Universidad Autónoma de Baja California

Bioingeniero

Propuesta de modificación del plan de estudios que presenta la Facultad de Ingeniería, Mexicali; la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

Mexicali, Baja California, México. Octubre de 2019.

DIRECTORIO

Dr. Daniel Octavio Valdez Delgadillo
Rector

Dr. Edgar Ismael Alarcón Meza
Secretario General

Dra. Gisela Montero Alpírez
Vicerrectora Campus Mexicali

M.I. Edith Montiel Ayala
Vicerrectora Campus Tijuana

Dra. Mónica Lacavex Berúmen
Vicerrectora campus Ensenada

Dr. Daniel Hernández Balbuena
Director de la Facultad de Ingeniería, Mexicali

M.I. Antonio Gómez Roa
Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

Dr. Juan Iván Nieto Hipólito
Director de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada

Dr. Salvador Ponce Ceballos
Coordinador General de Formación Básica

Dra. Luz María Ortega Villa
Coordinadora General de Formación Profesional y Vinculación Universitaria

Dr. Antelmo Castro López
Jefe del Departamento de Actualización Curricular y Formación Docente

Coordinador del proyecto

Dr. Rubén César Villarreal Sánchez

Comité Responsable

Dr. Juan Carlos García Gallegos
Dra. Aseneth Herrera Martínez
Dr. Fernando Amilcar Solis Domínguez
Dra. Susana Norzagaray Plasencia
Dra. Angélica López Izquierdo
Dr. Roberto López Avitia
Dra. Mónica Isabel Soto Tapiz
Dr. Miguel Enrique Bravo Zanoguera
Dra. Claudia Mariana Gómez Gutiérrez
Dr. David Cervantes Vázquez
Dr. Priscy Alfredo Luque Morales
Dr. Oscar Roberto López Bonilla
Dra. Dora Luz Flores Gutiérrez
Dra. Adriana Álvarez Andrade
Dra. Ana Leticia Iglesias
Dr. Paul Medina Castro
Dr. Luis Jesús Villareal Gómez
Dra. Norma Alicia Barboza Tello
Dr. Miguel Alejandro Díaz Hernández
Dr. Juan Miguel Colores Vargas

Asesoría y revisión de la metodología de desarrollo curricular

Dr. Antelmo Castro López
Mtra. Vanessa Saavedra Navarrete

Índice

1. Introducción 6
2. Justificación 9
3. Filosofía educativa 26
3.1. Modelo educativo de la Universidad Autónoma de Baja California 26
3.2. Misión y visión de la Universidad Autónoma de Baja California 30
3.3. Misión y visión de la Facultad de Ingeniería, Mexicali 31
3.4. Misión y visión de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada 32
3.5. Misión y visión de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas 32
3.6. Misión, visión y objetivos del programa Bioingeniero 33
4. Descripción de la propuesta 35
4.1. Etapas de formación 35
4.1.1. Etapa básica 35
4.1.2. Etapa disciplinaria 37
4.1.3. Etapa terminal 38
4.2. Descripción de las modalidades de aprendizaje y obtención de créditos, y sus mecanismos de operación 39
4.2.1. Unidades de aprendizaje obligatorias 40
4.2.2. Unidades de aprendizaje optativas 40
4.2.3. Otros cursos optativos 41
4.2.4. Estudios independientes 42
4.2.5. Ayudantía docente 42
4.2.6. Ayudantía de investigación 43
4.2.7. Ejercicio investigativo 45
4.2.8. Apoyo a actividades de extensión y vinculación 45
4.2.9. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC) 46
4.2.10. Actividades artísticas, culturales y deportivas 50
4.2.11. Prácticas profesionales 51
4.2.12. Programa de emprendedores universitarios. 53
4.2.13. Actividades para la formación en valores 53
4.2.14. Cursos intersemestrales 54

4.2.15. Movilidad e intercambio estudiantil 55
4.2.16. Servicio social comunitario y profesional 56
4.2.17. Lengua extranjera 59
4.3. Titulación 60
4.4. Requerimientos y mecanismos de implementación 62
4.4.1. Difusión del programa educativo 62
4.4.2. Descripción de la planta académica 62
4.4.3. Descripción de la infraestructura, materiales y equipo de la unidad académica 76
4.4.4. Descripción de la estructura organizacional 100
4.4.5. Descripción del Programa de Tutoría Académica 104
5. Plan de estudios 108
5.1 Perfil de ingreso 108
5.2 Perfil de egreso 110
5.3 Campo profesional 111
5.4 Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación 112
5.5 Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento 115
5.6 Mapa Curricular de Bioingeniero 118
5.7 Descripción cuantitativa del plan de estudios 119
5.8 Tipología de las unidades de aprendizaje 120
5.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje 126
6. Descripción del sistema de evaluación 129
6.1. Evaluación del plan de estudios 129
6.2. Evaluación del aprendizaje 130
6.3. Evaluación colegiada del aprendizaje 131
7. Revisión externa 135
8. Referencias 140
9. Anexos 142
9.1. Anexo 1. Formatos metodológicos 142
9.2. Anexo 2. Aprobación por el Consejo Técnico 181
9.3. Anexo 3. Programas de unidades de aprendizaje 190
9.4. Anexo 4. Estudio de evaluación externa e interna del programa educativo 1207

1. Introducción

La Universidad Autónoma de Baja California (UABC) se ha trazado el compromiso de formar profesionistas competentes en los ámbitos local, nacional, transfronterizo e internacional que contribuyan al desarrollo científico, tecnológico y social que demanda el país y la región en la actualidad, capaces de insertarse en la dinámica de un mundo globalizado, y de enfrentar y resolver de manera creativa los retos que presenta su entorno actual y futuro (UABC, 2019).

En 2013, el Gobierno Federal estableció metas nacionales para el desarrollo de México, de entre ellas una *Educación de Calidad* y propuso vincular la educación con las necesidades sociales y económicas del país; innovar el sistema educativo para formular nuevas opciones y modalidades que usen las nuevas tecnologías de información y de la comunicación, con modalidades de educación abierta y a distancia que permitan atender a una creciente demanda de educación superior; y fomentar la creación de carreras técnicas y profesionales que permitan la inmediata incorporación al mercado laboral, propiciando la especialización y la capacitación para el trabajo. En el Plan Sectorial de Educación (Secretaría de Educación Pública, 2013) se concilia la oferta educativa con las necesidades sociales y los requerimientos del sector productivo.

Ante esta meta nacional, la UABC contribuye a atender el desequilibrio entre la demanda de los jóvenes por carreras de interés y las necesidades de los sectores productivos, a través de oferta de programas educativos novedosos y pertinentes en respuesta a los sectores social y económico en el Estado. Además, promueve esfuerzos para que los programas educativos permitan que sus egresados se inserten con rapidez en los mercados laborales a nivel nacional e internacional contribuyendo a una sociedad más justa, democrática y respetuosa de su medio ambiente, que conlleve a cumplir con el compromiso de cobertura en materia de formación y ofertar alternativas académicas desde perspectivas innovadoras, dinámicas, abiertas y flexibles que permitan el desarrollo social, económico, político y cultural de la entidad y del país (UABC,2019).

La Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada: y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas responden a las iniciativas y compromisos de la UABC, de manera muy particular en las siguientes estrategias:

- Diversificar la oferta de programas de licenciatura en diferentes modalidades y áreas del conocimiento que contribuya al desarrollo regional y nacional.
- Propiciar las condiciones institucionales para la adecuada operación de los programas educativos y el mejoramiento de su calidad.
- Participar en los procesos de evaluación y acreditación nacional e internacional que contribuyan al mejoramiento de la calidad de oferta educativa.
- Establecer mecanismos de autoevaluación para la mejora de la calidad de la oferta educativa.
- Sistematizar los procesos asociados con la evaluación y acreditación de los programas educativos.
- Modificar y actualizar los planes y programas de estudio de licenciatura y posgrado que respondan a los requerimientos del entorno regional, nacional e internacional.
- Sistematizar los procesos asociados con la modificación y actualización de planes de estudio.
- Elaborar estudios institucionales que orienten la toma de decisiones en materia de diversificación y pertinencia de la oferta educativa (UABC, 2019).

Por lo anterior, se llevó a cabo la evaluación externa e interna del programa educativo Bioingeniero (Anexo 4) cuyos resultados permitieron tomar decisiones curriculares que promovieron la modificación del plan de estudios 2009-2, que responde a los requerimientos y necesidades de desarrollo de la industria biomédica y biotecnológica, aportando a la formación de recursos humanos especializados en el manejo de la bioingeniería. La modificación del plan de estudios se basó en los marcos filosóficos y pedagógicos del modelo educativo de la UABC (2013) que se caracteriza por la flexibilidad curricular y el desarrollo del currículo bajo un enfoque de competencias profesionales, tomando en cuenta las recomendaciones de los organismos de evaluación de la educación superior, vinculando los procesos de

aprendizaje y los requerimientos en la práctica profesional.

Este documento se compone de nueve apartados. En el segundo apartado se plantea la justificación de la propuesta de modificación del plan de estudios a partir de la evaluación externa e interna del programa educativo. El tercer apartado contiene el sustento filosófico-educativo desde la perspectiva del modelo educativo, además de la misión, la visión y los objetivos del programa educativo. El cuarto apartado detalla las etapas de formación, las modalidades de aprendizaje para la obtención de créditos y su operación, los requerimientos y mecanismos de implementación, el sistema de tutorías, así como la planta académica, la infraestructura, materiales y equipo, y la organización de la unidad académica. En el quinto apartado se describe el plan de estudios donde se indica el perfil de ingreso, el perfil de egreso, el campo profesional, las características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación y por áreas de conocimiento, el mapa curricular, la descripción cuantitativa del plan de estudios, la equivalencia y la tipología de las unidades de aprendizaje. El sexto apartado define el sistema de evaluación tanto del plan de estudios como del aprendizaje. En el séptimo apartado se integran las expresiones que emitieron expertos pares después de un proceso de revisión de la propuesta. En el octavo apartado se listan las referencias que fundamentan los planteamientos teóricos y metodológicos. El noveno apartado se refiere a los anexos que incluyen los formatos metodológicos, actas de aprobación de los Consejos Técnicos de la Facultad de Ingeniería, Mexicali; la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, los programas de unidades de aprendizaje y el estudio de evaluación externa e interna del programa educativo.

2. Justificación

La bioingeniería es una rama relativamente nueva que surge de la aplicación de los conocimientos científicos y de la ingeniería en la solución a problemas en el área de la medicina y de la biotecnología. El 20 de febrero de 2009 el H. Consejo Universitario de la UABC aprobó la propuesta de creación del programa educativo Bioingeniero y se registró ante la Dirección General de Profesiones de la SEP el 12 de marzo de 2013 con clave 563310. Bioingeniero es un programa homologado que se oferta en los campus de Mexicali, Ensenada y Tijuana unidad Valle de las Palmas en la modalidad escolarizada. Se colocó como uno de los pocos programas en su tipo que existen en el país.

Actualmente el programa de Bioingeniero cuenta con la acreditación nacional de los CIEES como programas de calidad en los campus de Ensenada, Mexicali y Valle de las Palmas, obtenidas los años de 2015, 2016 y 2017 respectivamente. La población estudiantil del programa, en el periodo escolar 2017-2, era de 233 alumnos en Mexicali, 155 en Valle de las Palmas, y 180 en Ensenada[1].

Con el propósito de atender las necesidades sociales y económicas de la región, se realizó la evaluación externa e interna del plan de estudios 2009-2 (Anexo 4) con base en la normatividad universitaria (UABC, 2018) cuyos resultados demandaron la modificación del plan de estudios en términos de incluir nuevas competencias en el perfil de egreso para responder a nuevas necesidades del campo laboral; agregar unidades de aprendizaje obligatorias que consideran las necesidades y demandas de alumnos y empleadores, así como el avance de la profesión; reorganizar la secuencia y seriación del mapa curricular apoyados en las etapas de formación para la coexistencia de tres áreas de especialidad: de ingeniería biomédica, de biotecnología, y la de manufactura y calidad; así como cumplir recomendaciones de organismos que velan por la calidad de la educación superior en México, con miras a una cultura de internacionalización.

[1] CSEGE: Estadística poblacional, periodo escolar 2017-2 . http://csege.uabc.mx/documents/10845/38024/Poblaci%C3%B3n%20Estudiantil%202017-2).

Cabe señalar que, del *estudio de factibilidad* para la creación del programa educativo realizado durante el 2008, y que derivó en la creación del plan de estudios vigente (2009-2), se señalaron conclusiones y recomendaciones que después de 10 años persisten actualmente y se listan a continuación:

- Existe una demanda real en el área de bioingeniería, misma que se incrementa considerablemente en la medida que se va complejizando los procesos productivos, tal como está ocurriendo en Baja California.
- En Baja California no existía oferta educativa de nivel superior en el área de la Bioingeniería, a pesar de que existe presencia de empresas nacionales e internacionales con aplicaciones de biotecnología y bioingeniería.
- Los sectores productivo y gubernamental, así como algunos organismos no gubernamentales consideran que Baja California, por su posición estratégica con los Estados Unidos, cuenta con las condiciones necesarias para instalar nuevas empresas que desarrollan aplicaciones en bioingeniería, nanotecnología y biotecnología, por lo que la formación de los recursos humanos en ciencia y tecnología son determinantes.
- La viabilidad de la apertura del programa de Bioingeniero en términos de la dinámica de este sector económico, presentan condiciones favorables en los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada.
- Establecer los mecanismos necesarios para despertar en el estudiante el gusto por la investigación básica y aplicada, ya que sólo así se logrará la transición de las actividades de manufactura hacia las relacionadas con investigación y desarrollo.
- Formar bioingenieros con bases amplias y sólidas, y no en áreas muy especializadas, de tal manera que el egresado pueda adaptarse mejor al cambiante mercado laboral.

Por otro lado, a partir de los recientes estudios de evaluación externa e interna del programa educativo, han derivado una serie de propuestas y recomendaciones para considerar una modificación del plan de estudios y que sea pertinente a la demanda

social, laboral y al avance científico y tecnológico. Los principales hallazgos se presentan a continuación.

Evaluación externa

La pertinencia del programa educativo de Bioingeniero en la Universidad Autónoma de Baja California queda sobradamente justificada para propósitos y necesidades Internacionales, Nacionales y Regionales.

Ámbito internacional.

Los perfiles profesionales y de competencias que poseen los bioingenieros obedecen a necesidades crecientes en el entorno global. Los bioingenieros con perfil biomédico encuentran una oferta creciente por profesionistas que se encarguen de las nuevas tecnologías clínico-biomédicas, administrando espacios y equipos médicos en clínicas y hospitales, estableciendo políticas de prevención o bien generando entornos hospitalarios que mejoren las condiciones y calidad de vida en los pacientes haciendo uso de nueva tecnología.

Desde el año 2007 la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda a los diferentes países la importancia de formar profesionistas especializados en tecnologías médicas; fabricación, calibración, seguridad y eficacia, reglamentación, gestión y evaluación, entre otras. Actualmente el mercado laboral se enfrenta a una demanda creciente a nivel mundial por profesionistas que manejen diversas áreas biotecnológicas como la biología molecular, ingeniería bioquímica, microbiología, inmunología, bioquímica, genómica, bioinformática, entre otras. Adicionalmente, existe una tendencia mundial en la conformación de clústeres biotecnológicos en diversas partes del mundo, por ejemplo, Estados Unidos y Canadá conforman una Red de más de 20 clústeres biotecnológicos.

Ámbito nacional.

En México, a partir de las recomendaciones de la OMS en 2007, ha ido en aumento la demanda por profesionistas de las áreas biomédicas relacionadas con los hospitales (bioingenieros, biomédicos, ingenieros clínicos, entre otros). Según cifras del Sistema Nacional de Salud (DGIS) México en 2012, registró 4,189 unidades de hospitalización, de las cuales alrededor del 67% las administra el sector privado. Por otra parte, el perfil biotecnológico de un Bioingeniero encuentra en México una gran oportunidad para desempeñarse, esto a razón de que el gobierno mexicano ha considerado el área biotecnológica como un área prioritaria en el desarrollo de ciencia, tecnología e investigación, cabe señalar que actualmente existen en México más de 406 empresas que desarrollan y/o utilizan biotecnología moderna en diferentes áreas de aplicación.

Ámbito regional.

La situación regional de los municipios en los cuales se ofrece el Programa Educativo de Bioingeniero ha propiciado la rápida inserción de los estudiantes egresados al mercado laboral. En Mexicali se encuentran amplias oportunidades, por un lado, los servicios de salud y empresas dedicadas a la manufactura de dispositivos y equipos médicos requieren bioingenieros con competencias en el área de la ingeniería biomédica y manufactura; por otro lado, el gran número de empresas relacionadas a los alimentos requieren de profesionistas con competencias en el área biotecnológica y la manufactura.

Ensenada al tratarse de una región que explota fuertemente dos de las actividades primarias (agricultura y la pesca) encuentra en los bioingenieros el capital humano para el desarrollo tecnológico y la investigación en el área biotecnológica procurando ser más eficaces en estas actividades haciendo uso de métodos científicos.

Por su parte, Tijuana es una región industrial en donde existe un crecimiento importante de empresas dedicadas a la manufactura de dispositivos y equipos médicos en donde las habilidades multidisciplinarias de los bioingenieros han sido bien recibidas.

Hay que destacar que la región ofrece ventajas para los egresados del programa educativo de Bioingeniero; geográficamente a poca distancia del cruce fronterizo se encuentran ubicadas un gran número de empresas relacionadas al *Clúster de Pharma* de San Diego, California que integra empresas de diferentes áreas con enfoque a la biotecnología. Aunado a esto, en la región existe el llamado turismo médico; en la región existe una gran cantidad de hospitales y clínicas especializadas en las diferentes ramas médicas. Adicionalmente, las zonas industriales en Tijuana y Ensenada son uno de los diez principales exportadores de dispositivos médicos gracias al clúster establecido en Baja California llamado Clúster de Productos Médicos de las Californias.

Por lo anteriormente expuesto, es recomendable la actualización y modificación, del plan de estudios con base a los siguientes elementos que se resumen de las *necesidades sociales*:

- La bioingeniería ha integrado avances científicos y desarrollo de nuevas tecnologías para ofrecer una gran cantidad de soluciones innovadoras en el área de la salud.
- Organismos internacionales reconocen la dependencia tecnológica de los países en el desarrollo relacionado con la salud. Y se promueven políticas nacionales y de organismos internacionales para expandir la base de expertos en tecnologías de la salud con particular interés en dispositivos médicos.
- La tendencia del valor de la industria global de biotecnología y tecnologías médicas es de continuar creciendo en la próxima década, y estas industrias son consideradas un sector estratégico para el país.
- En la región noroeste del país, y a nivel de programas de licenciatura, sólo se oferta el programa educativo de Bioingeniero en la UABC, y es menester mantener el liderazgo científico y tecnológico para el desarrollo social y económico de Baja California.

En el *mercado laboral*, los porcentajes de egresados del programa de Bioingeniero actualmente se encuentran distribuidos entre un 48% y 52% entre mujeres y hombres, permitiendo generar una equidad de género bastante aceptable en relación con el

promedio de las ingenierías. El mercado laboral que atiende dicho egresado se encuentra en instituciones del sector salud, tanto públicas como privadas, desarrollando funciones de mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, en el mismo giro del sector salud algunos egresados se han contratado como administradores de ciertas áreas hospitalarias, generalmente las que tienen su origen en el equipamiento médico. Por otro lado, la industria manufacturera constituye un espacio inmediato tanto para el ejercicio de las prácticas profesionales como para la contratación al egresar del programa. Las funciones normales que se cumplen en dicho mercado laboral son de ingeniería de procesos y de manufactura de dispositivos y equipo de uso biomédico y/o biotecnológico. Además, algunos de los egresados del programa también están cumpliendo labores de venta y soporte en equipo biomédico en empresas de tipo privadas nacionales y en algunos pocos casos de tipo gubernamentales en el uso de laboratorios certificadores. Algunas de las habilidades y conocimientos con los que cuentan los egresados del programa son el diseño de instrumental de tipo biomédico y/o biotecnológico, así como el desarrollo de bioempresas, características que no se han logrado explotar en el mercado laboral actual.

El *seguimiento de egresados* permitió recabar información sobre el desempeño de los egresados en el mercado de trabajo para usarse como retroalimentación en la modificación del plan de estudios. Se conoce la situación laboral de los egresados del programa educativo y se identifica el nivel de satisfacción de los egresados con la formación recibida. Así como información sobre las diversas modalidades de aprendizaje en la formación integral del egresado; y se obtuvieron recomendaciones para mejorar el perfil de egreso en términos de las nuevas competencias y habilidades requeridas por el mercado laboral. A partir de lo que expresaron los egresados, resultó necesario adecuar el perfil de egreso a nuevas necesidades y se sugieren algunos cambios en unidades de aprendizaje del mapa curricular. El programa forma integralmente a los profesionales de la ingeniería con sus vertientes en Biotecnología, Ingeniería Biomédica y en Manufactura y Calidad.

En el análisis de la *oferta y demanda*, se encontró que la oferta educativa de programas de bioingeniería en el noroeste del país se encuentra en UABC. Otros

programas educativos de la región relacionados con la bioingeniería son los de Ingeniería Biomédica y los de Ingeniería Química Ambiental, que se ofertan en el Instituto Tecnológico de Tijuana y de Mexicali, respectivamente. El programa de Ingeniería Biomédica se empezó a ofertar a partir del ciclo escolar 2011-2012, mientras que el programa de Ingeniería Química (especialidad Ambiental) se oferta desde 1994, con un plan de estudios de 2010. De entre todas las mencionadas opciones de oferta educativa en la región, el programa educativo de Bioingeniero de la UABC se distingue como una multidisciplina que brinda al estudiante una amplia y fuerte formación en ciencias y principios de ingeniería que le proporcionan las herramientas necesarias para su adaptación exitosa en cualquiera de los ámbitos del mercado laboral. Dos de los propósitos del programa de Bioingeniero son (1) que los egresados cubran las necesidades de operación de los laboratorios sofisticados de alta tecnología que se tienen en la industria e (2) incentivar que los alumnos se interesen por la investigación. En general se observa una tendencia de crecimiento de la matrícula de los programas similares al programa de Bioingeniero de la UABC en la región.

En el *análisis prospectivo de la disciplina y de la profesión* nos arroja que el programa educativo de Bioingeniero es multidisciplinario y que ha surgido de la aplicación de los conocimientos de la ingeniería en las ciencias biológicas y de la salud, lo cual ofrece la posibilidad de obtener mejores resultados que los obtenidos al aplicar cada disciplina por separado en lo referente a desarrollo e innovación tecnológica.

De acuerdo con el análisis del estado actual en la tecnología, así como las tendencias globales en la disciplina se concluye lo siguiente: Existe una demanda real de bioingenieros, misma que incrementará considerablemente durante los próximos años, debido al envejecimiento de la población mundial y el surgimiento de nuevos padecimientos clínicos. En este sentido, la fuerte inversión de empresas en el desarrollo de nuevas tecnologías biomédicas, requerirá entonces de expertos en su diseño y desarrollo, así como también en su instalación y mantenimiento.

Por otra parte, el perfil biotecnológico de los bioingenieros se encuentra en la actualidad con un panorama muy prometedor pues la industria global de la biotecnología ha mostrado una tasa de crecimiento sumamente alta durante los últimos

años. Lo anterior se debe, entre otros factores, a su amplio potencial para brindar soluciones a los problemas a los que se enfrenta la humanidad hoy en día en áreas como salud, agricultura, alimentación y medio ambiente, entre otras.

En cuanto al análisis de *referentes nacionales e internacionales*, el PE de Bioingeniero está reconocido a nivel nacional como de buena calidad por los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) en los tres campi en donde se oferta. Actualmente, no hay un organismo oficial que haya intentado prescribir los contenidos técnicos de un plan de licenciatura de bioingeniero por lo que el plan de estudios varía de universidad a universidad; sin embargo, con base en los lineamientos establecidos por ABET para la acreditación del Programa Educativo, así como las consideraciones de los CIEES y CACEI 2018, existen oportunidades de mejora y se identifican los siguientes requerimientos encaminados a orientar los contenidos de la disciplina y profesión que debe de cubrir el plan de estudios:

- La estructura del plan de estudios debe proporcionar amplitud y profundidad a través de la gama de temas de ingeniería que implica el título de bioingeniero.
- El plan de estudios debe incluir probabilidad y estadística; cálculo diferencial e integral; ciencias básicas (definidas como biológicas, químicas y físicas); los temas de ingeniería (incluyendo la informática) necesarios para analizar y diseñar dispositivos biomédicos y biotecnológicos complejos, y sistemas que contienen componentes de hardware y software; también debe incluir matemáticas avanzadas, como ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, variable compleja y matemáticas discretas.
- Se requiere establecer exámenes de trayecto para evaluar el desempeño de los estudiantes.
- Es necesario implementar estrategias para desarrollar la habilidad para diseñar y realizar experimentos, así como para analizar e interpretar datos.
- Se requiere en la etapa final desarrollar proyectos integradores con restricciones reales. Además de involucrar proyectos multidisciplinarios.
- Se requiere un programa permanente de conferencias sobre temas contemporáneos.

- Para cumplir con las indicaciones de los CIEES, de CACEI y de ABET sobre la suficiencia de académicos, se necesita aumentar la planta docente para proporcionar niveles adecuados de interacción estudiante-profesor, consejería y tutoría estudiantil, y actividades de servicio universitario.
- Se requiere dar un seguimiento a los egresados para su desarrollo profesional e interacciones con industriales y profesionales, así como con empleadores de estudiantes.
- Adicionalmente se observa que un programa de estudios de Bioingeniero no cuenta con examen EGEL de CENEVAL, por lo que lo relativo a contenidos temáticos se basa en lo ya mencionado de referentes acreditadores, y al estudio documental y empírico del campo disciplinar.
- En lo relativo a las características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación y por área de conocimiento, la distribución cuantitativa de créditos debe cumplir con el número de horas por eje de conocimiento según CACEI 2018 y lo recomendado por ABET.
- Establecer la tipología adecuada para los grupos de prácticas de laboratorio.
- Cumplir recomendaciones CIEES acerca de la Infraestructura académica existente y requerida en cuanto a mantener, construir y equipar laboratorios.
- Cumplir recomendaciones CIEES acerca de los recursos financieros necesarios para mantener el Programa Educativo de Bioingeniero.

Evaluación interna

Los objetivos y las metas del programa de Bioingeniero tienen correspondencia y pertinencia con la misión y visión de la FIM, FIAD y FCITEC y de la Universidad que en conjunto están encaminados al logro del cometido de la UABC de formar profesionistas con principios, y valores éticos que contribuyan a la sociedad, así como al desarrollo tecnológico y de la investigación; y busca obtener el reconocimiento de calidad del programa educativo por los organismos acreditadores, además de que la planta académica se consolide en la investigación y desarrollo científico.

El programa educativo tiene la suficiencia y pertinencia de los atributos para que el alumno de nuevo ingreso pueda lograr los objetivos del plan de estudios, cuenta con un perfil de ingreso congruente, que enlista las características deseables que los aspirantes a ingresar al programa deben poseer para cumplir satisfactoriamente con las competencias establecidas en el plan de estudios. El perfil de egreso es congruente con el modelo educativo al establecer las competencias profesionales que definen al egresado del programa, que se desglosan en competencias que fomenta conocimientos a adquirir, habilidades a desarrollar, actitudes y valores a demostrar.

Para la operación del programa, se cuenta con una estructura organizacional funcional donde los docentes cuentan con estudios de posgrado, la mayoría pertenecen al SNI o al PRODEP. La proporción de alumnos por PTC es 1/30 aproximadamente y la carga de los docentes está balanceada y les permite la realización de actividades de vinculación, gestión e investigación. Los PTC imparten asignaturas de especialidad en el programa, que son congruentes con su formación y área de especialidad. Por otro lado, las actividades están balanceadas de acuerdo con las necesidades del programa y son reguladas por lineamientos establecidos en la normatividad.

La matrícula ha crecido hasta un punto de equilibrio en donde las condiciones generales de operación del programa se mantienen de forma adecuada. Pero un mayor crecimiento en la matricula afectaría las condiciones generales de operación del programa, principalmente en rubros de atención con calidad e infraestructura, lo que requiere de poner atención a estos aspectos.

En la evaluación del currículo específico y genérico, el programa cumple con tecnología educativa y de la información para el proceso de enseñanza- aprendizaje al contar con diferentes medios y plataformas para difundir información relevante a sus alumnos, así como infraestructura y equipo suficiente para realizar las actividades de las unidades de aprendizaje.

De la evaluación del plan de estudios en cuanto al mapa curricular se tiene que las unidades de aprendizaje logran una congruencia para la formación del estudiante, así como una buena distribución y seriación de las asignaturas, y se identificaron algunas

mejoras que deben realizarse al mapa curricular. Los egresados manifiestan una buena aceptación del plan de estudios actual, pero también presentan sugerencias que se deben de contemplar para mejorar el Programa Educativo. Principalmente sobre la infraestructura, el equipamiento y el diseño curricular.

En cuanto a la suficiencia, funcionalidad y actualización de la infraestructura y el equipamiento tecnológico para la operación del programa de Bioingeniero, se cuenta con laboratorios que pueden dar el servicio a la matrícula actual. Pero aun es necesario terminar de equipar algunos y considerar ampliar y renovar en caso de crecimiento de la matrícula.

Como parte de la currícula, hay un amplio catálogo de actividades culturales y deportivas al alcance de la comunidad universitaria. La participación en estos eventos ofrece a los alumnos la posibilidad de recibir créditos y los procesos están establecidos en la legislación universitaria. Los alumnos participan en convocatorias y eventos extracurriculares para favorecer su formación integral.

La UABC establece como requisito de egreso el conocimiento de una lengua extranjera, pensando con esto incrementar la competitividad de sus egresados. Pero se requiere aumentar la empleabilidad y competencias de los alumnos desde las primeras etapas de formación, por lo que es necesario lograr cierto nivel del idioma inglés y de competencia en herramientas de cómputo desde un inicio al ingresar al Tronco Común.

En cuanto al tránsito de los estudiantes por el programa educativo, la institución cuenta con un registro sistematizado y actualizado para conocer el avance académico de cada uno de los alumnos, esto permite llevar el registro y el análisis de la información desde el ingreso hasta el egreso. Se brinda tutoría a todos los alumnos, que consiste primordialmente en apoyarlos en la elección de materias para una trayectoria y desempeño escolar adecuado. Se les ofrece atención en forma personalizada para contribuir a su formación integral, así como ayudarlos en su aprovechamiento eficaz de los recursos humanos y materiales con los que dispone el programa.

Los alumnos tienen servicios de orientación y asesoría para apoyarlos en el desarrollo de habilidades para el aprendizaje. Estos servicios permiten generar alternativas que impactan en la formación personal y profesional del estudiante. Este indicador se cumple satisfactoriamente si consideramos que las asesorías están consideradas en la normatividad y la proporción de alumnos/docentes se mantiene alrededor de 27.

Las prácticas profesionales de los alumnos promueven el desarrollo de competencias dentro del contexto del ejercicio de la profesión y la aplicación práctica de sus conocimientos. Se tienen convenios de vinculación formales con empresas e instituciones de la región, y un área para los trámites, así como en la orientación y los mecanismos de supervisión y evaluación de actividades realizadas.

Aunque la eficiencia en la titulación muestra números como el promedio nacional, podrá mejorarse significativamente ahora que los alumnos puedan optar por la modalidad de titulación de programa de buena calidad, al estar acreditadas las diferentes sedes por varios años. Pero también con la modalidad de titulación por ejercicio o práctica profesional, para los egresados que no ampara la acreditación del programa pero que ya tienen suficiente experiencia laboral. Y relacionada a esta eficiencia terminal, aunque hay un 30% de alumnos que terminan en el tiempo *ideal*, se necesita trabajar y mejorar este indicador.

Es una realidad frecuente que los estudiantes participan en los concursos de ciencia y de emprendedores que se realiza semestralmente en las unidades académicas, ganando en muchas ocasiones los primeros lugares. Y en muchos casos los alumnos han presentado trabajos en congresos. Pero un punto que necesita apoyarse más es la participación de estudiantes en concursos y competiciones nacionales e internacionales.

En cuanto a los resultados de los egresados, en las evaluaciones externas realizadas por los CIEES, dictaminaron que los egresados cuentan con los conocimientos suficientes y la iniciativa para emprender nuevas empresas como resultado del programa. Por otro lado, el desempeño de los egresados ha sido

adecuado, en menos de 6 meses el 80% logra una posición de ingeniería, y algunos han obtenido reconocimientos en sus empresas por el trabajo realizado y las metas cumplidas. Recién egresados han recibido reconocimientos nacionales por su desempeño académico logrado. Pero una deficiencia en la UABC es que no cuenta en estos momentos con un sistema de seguimiento de egresados institucional

En lo referente al personal académico, se cuenta con una planta de profesores suficiente para atender la matricula actual del programa (569 alumnos), se trata de 22 profesores de tiempo completo bien habilitados en la docencia y en la investigación. Actualmente el porcentaje de profesores con grado de doctor es del 81% y el resto de los profesores están en proceso de iniciarlo o concluirlo, sin embargo, el porcentaje de los profesores de asignatura con algún posgrado es muy bajo compensándolo con cursos de especialización disciplinar y años de experiencia profesional.

Es importante remarcar que entre el profesorado existe una cultura de superación académica disciplinaria y docente a través de la oferta de cursos proporcionados por la Universidad, por lo que en su mayoría los profesores están adquiriendo nuevos conocimientos de su disciplina a través de cursos y asistencia a eventos académicos. Dentro del análisis es importante destacar lo siguiente:

- El impacto de los cuerpos académicos (CA) en la calidad del programa educativo ha sido positivo. Los CA permiten la obtención de recursos para proyectos de investigación para analizar y resolver problemas. Todos los cuerpos académicos desarrollan trabajos de investigación en los que han participado alumnos de licenciatura a través diversas modalidades como ayudantías de investigación, servicio social profesional, desarrollo de tesis y prácticas profesionales. La mayor parte de los CA se encuentran en la etapa de consolidación y uno ya está consolidado, ampliando las posibilidades de financiamiento para proyectos y la inclusión de estudiantes en otras modalidades de aprendizaje. La actividad investigativa, mejora la calidad docente y promueve la actualización de los profesores.
- Un alto porcentaje de los PTC poseen alguna de las acreditaciones que les faculta para la producción académica y la maduración y profesionalización de la planta

docente, así como su involucramiento en proyectos de investigación generará de manera natural publicaciones y otros productos académicos. Se tienen un gran número de publicaciones en promedio por profesor de tiempo completo.

Como áreas de oportunidad es importante señalar que es necesario estimular la innovación tecnológica que permita la producción de prototipos y elementos de producción industrial. Faltan publicaciones que tengan el factor de impacto requerido por CONACYT (artículos indexados al JCR) para propiciar la incorporación de los profesores al SNI, falta más participación de los profesores en las academias y cuerpos académicos, lo cual impactaría de manera favorable en las estadísticas de inclusión de alumnos a los proyectos de investigación.

Como conclusión general del rubro de infraestructura física se puede verificar que en las tres sedes en las cuales se ofrece el programa educativo de Bioingeniero se cuenta con espacios suficientes para la impartición de las actividades docentes, además de los espacios comunes ofrecidos por las bibliotecas las cuales están bien equipadas y permiten atender de manera adecuada al flujo constante de alumnos que le visitan. Por otra parte, la buena organización entre directivos y asignadores de espacios permiten mantener disponibilidad de espacios de aulas y laboratorios. Dentro de las áreas de oportunidad detectadas están las siguientes: mantener insumos necesarios de cada semestre, incrementar el espacio físico para las asignaturas que necesitan equipos de cómputo o bien equipo de laboratorio electrónico. Actualmente los campus poseen espacios básicos para funcionar, pero la tendencia marca un incremento en la matrícula y por ello es necesario planear el crecimiento en infraestructura y equipamiento.

Respecto a la biblioteca, el análisis indica que es suficiente, sin embargo, requiere de una mejor organización y control en el inventario. En lo referente a la conectividad, los alumnos tienen acceso al Internet de manera inalámbrica la cual constantemente es monitoreada para asegurar su funcionamiento y aunque presenta fallos técnicos esporádicos la mayor parte del tiempo permite la fácil navegación.

Como ya se mencionó, en la Universidad se han establecido mecanismos para desarrollar asesorías académicas lo cual permite la atención puntual en temas

abordados por los estudiantes, sin embargo, es necesario realizar un análisis para detectar las debilidades académicas en los alumnos y así planear asesorías de manera grupal, de tal manera que pudiese mejorar los índices de reprobación en los semestres cursados por los estudiantes. La Universidad cuenta con la infraestructura, personal y logística que asegura que el sistema de tutorías sea un programa consolidado para todos los programas educativos de todas las unidades académicas. En el caso del programa de Bioingeniero no es la excepción, actualmente los profesores de tiempo completo mantienen tutorías sobre aproximadamente 25 alumnos a quienes le dan seguimiento durante su trayectoria escolar, este número de estudiantes atendidos es adecuado de acuerdo con el PRODEP.

Por otra parte, en la Universidad Autónoma de Baja California existen mecanismos y personal para mantenerse en contacto con las empresas locales, así como mantener en contacto a los alumnos con los posibles empleadores, y como a través de las prácticas profesionales se logra insertar a los futuros egresados en el ambiente laboral.

En lo que respecta a las actividades para la formación integral, en las tres sedes en las cuales se imparte el programa educativo, existen un sin número de actividades organizadas dentro de la universidad donde se promueve la formación integral de los alumnos. A todas estas actividades se les da promoción mediante posters y recursos electrónicos, e incluso mediante la promoción oral de los profesores y los mismos alumnos. Gracias a toda la logística y los recursos que la Universidad dedica a los programas de becas, y a la apertura y trasparencia con que son manejadas, además de la amplia difusión que se les otorga a este tipo de servicios, y en particular a la demanda que han tenido por los alumnos del programa educativo de Bioingeniero, es importante remarcar que se cuenta con un amplio catálogo de becas a las cuales pueden aplicar los estudiantes.

A continuación, se presenta una tabla con las principales diferencias entre el plan 2009-2 y plan 2020-1:

Tabla 1. *Diferencias entre el Plan 2009-2 y Plan 2020-1.*

Elementos	Plan 2009-2	Plan 2020-1
Flexibilidad curricular.	Obligatoriedad del 80% de los créditos y optatividad del 20%.	Obligatoriedad del 77.14% de los créditos y optatividad del 22.86%.
Áreas de conocimiento.	Áreas de conocimiento: • Ciencias Básicas y Matemáticas • Ciencias de la Ingeniería • Ingeniería Aplicada • Ciencias Sociales y Humanidades • Económico Administrativas • Ciencias Biológicas y de la Salud	Áreas de conocimiento: • Ciencias Básicas • Ciencias de la Ingeniería • Ingeniería Aplicada y Diseño • Ciencias Sociales y Humanidades • Económico Administrativas • Cultura y Tecnología
Lengua extranjera (inglés).	Unidades de aprendizaje de inglés como optativas.	Unidades de aprendizaje de inglés I y II como obligatorias.
Adecuación de contenidos	En la Etapa Básica se tienen las unidades de aprendizaje de forma independiente de: • Programación • Métodos Numéricos	En la Etapa Básica se tiene la unidad de aprendizaje obligatoria de: • Metodología de la programación
	En la Etapa Básica se tiene la unidad de aprendizaje: • Desarrollo Humano	En la Etapa Básica se tiene la unidad de aprendizaje: • Desarrollo Profesional del Ingeniero
	En la Etapa Básica se tienen las unidades de aprendizaje de forma independiente de: • Estática • Dinámica	En la Etapa Básica se tiene la unidad de aprendizaje obligatoria de: • Mecánica Vectorial
Fortalecimiento de contenidos de la unidad de aprendizaje para fortalecer el área bioelectrónica.	Se oferta la unidad de aprendizaje de Sistemas de Medición en el quinto semestre.	Se oferta la unidad de aprendizaje de Principios de Mediciones Bioeléctricas en el cuarto semestre.

Tabla 1. *Diferencias entre el Plan 2009-2 y Plan 2020-1 (continuación).*

Elementos	Plan 2009-2	Plan 2020-1
Optatividad a obligatoriedad para fortalecer el perfil de egreso	Varias unidades de aprendizaje para la formación del perfil de Bioingeniero son ofertadas como optativas: • Microbiología • Biología Molecular • Análisis Estadístico de Datos Biomédicos • Aseguramiento de la Calidad	Unidades de aprendizaje que antes eran optativas se ofertan como obligatorias: • Microbiología • Biología Molecular • Bioestadística • Metodologías de Calidad
Presentación de experiencias en la aplicación de la bioingeniería en los ámbitos profesional y laboral, y para que sirva de plataforma oficial para aplicar el examen de egreso.	Ausencia curricular de seminarios de aplicación de la bioingeniería en el ámbito profesional y laboral, así como falta de aplicación de un examen de egreso del programa educativo para determinar el grado de aprovechamiento global del alumno al concluir el plan de estudios	Se oferta el Seminario de Bioingeniería.
Homologación del área Económico Administrativa con todos los programas educativos de Ingeniería ofertados en UABC.	Se ofrecen las unidades de aprendizaje obligatorias para el área Económico: • Administración • Formulación y Evaluación de Proyectos • Creación y Desarrollo de Bioempresas	Las unidades de aprendizaje obligatorias para el área Económico Administrativo son: • Administración • Ingeniería Económica • Emprendimiento y Liderazgo

Fuente: Elaboración propia.

3. Filosofía educativa

3.1. Modelo educativo de la Universidad Autónoma de Baja California

La Universidad Autónoma de Baja California (UABC) consciente del papel clave que desempeña en la educación, dentro de su modelo educativo integra el enfoque educativo por competencias, debido a que busca incidir en las necesidades del mundo laboral, formar profesionales creativos e innovadores y ciudadanos más participativos. Además, una de sus principales ventajas es que propone volver a examinar críticamente cada uno de los componentes del hecho educativo y detenerse en el análisis y la redefinición de las actividades del profesor y estudiantes para su actualización y mejoramiento.

Bajo el modelo actual y como parte del ser institucional, la UABC se define como una comunidad de aprendizaje donde los procesos y productos del quehacer de la institución en su conjunto, constituyen la esencia de su ser. Congruente con ello, utiliza los avances de la ciencia, la tecnología y las humanidades para mejorar y hacer cada vez más pertinentes y equitativas sus funciones sustantivas.

En esta comunidad de aprendizaje se valora particularmente el esfuerzo permanente en busca de la excelencia, la justicia, la comunicación multidireccional, la participación responsable, la innovación, el liderazgo fundado en las competencias académicas y profesionales, así como una actitud emprendedora y creativa, honesta, transparente, plural, liberal, de respeto y aprecio entre sus miembros y hacia el medio ambiente.

La UABC promueve alternativas viables para el desarrollo social, económico, político y cultural de la entidad y del país, en condiciones de pluralidad, equidad, respeto y sustentabilidad; y con ello contribuir al logro de una sociedad más justa, democrática y respetuosa de su medio ambiente. Todo ello a través de la formación integral, capacitación y actualización de profesionistas; la generación de conocimiento científico y humanístico; así como la creación, promoción y difusión de valores culturales y de expresión artística.

El Modelo Educativo de la UABC se sustenta filosófica y pedagógicamente en el humanismo, el constructivismo y la educación a lo largo de la vida. Es decir, concibe la educación como un proceso consciente e intencional, al destacar el aspecto humano como centro de significado y fuente de propósito, acción y actividad educativa, consciente de su accionar en la sociedad; promueve un aprendizaje activo y centrado en el alumno y en la educación a lo largo de la vida a través del aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser (UABC, 2013).

El modelo define tres atributos esenciales: la flexibilidad curricular, la formación integral y el sistema de créditos. La flexibilidad curricular, entendida como una política que permite la generación de procesos organizativos horizontales, abiertos, dinámicos e interactivos que facilitan el tránsito de los saberes y los sujetos sin la rigidez de las estructuras tradicionales, se promueve a través de la selección personal del estudiante, quien con apoyo de su tutor, elegirá la carga académica que favorezca su situación personal. La formación integral, que contribuye a formar en los alumnos actitudes y formas de vivir en sociedad sustentadas en las dimensiones ética, estética y valoral; ésta se fomentará a través de actividades deportivas y culturales integradas a su currícula, así como en la participación de los estudiantes a realizar actividades de servicio social comunitario. El sistema de créditos, reconocido como recurso operacional que permite valorar el desempeño de los alumnos; este sistema de créditos se ve enriquecido al ofrecer una diversidad de modalidades para la obtención de créditos (UABC, 2013).

Así mismo, bajo una prospectiva institucional la Universidad encamina hacia el futuro, los esfuerzos en los ámbitos académico y administrativo a través de cinco principios orientadores, cuyos preceptos se encuentran centrados en los principales actores del proceso educativo, en su apoyo administrativo y de seguimiento a alumnos (UABC, 2013):

1. El alumno como ser autónomo y proactivo, corresponsable de su formación profesionales.
2. El currículo que se sustenta en el humanismo, el constructivismo y la educación a lo largo de la vida.
3. El docente como facilitador, gestor y promotor del aprendizaje, en continua

formación y formando parte de cuerpos académicos que trabajan para mejorar nuestro entorno local, regional y nacional.

4. La administración que busca ser eficiente, ágil, oportuna y transparente al contribuir al desarrollo de la infraestructura académica, equipamiento y recursos materiales, humanos y económicos.
5. La evaluación permanente es el proceso de retroalimentación de los resultados logrados por los actores que intervienen en el proceso educativo y permite reorientar los esfuerzos institucionales al logro de los fines de la UABC.

Además, el Modelo Educativo se basa en el constructivismo que promueve el aprendizaje activo, centrado en el alumno y en la educación a lo largo de la vida de acuerdo a los cuatro pilares de la educación establecidos por la UNESCO en 1996: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser. Estos se describen a continuación (UABC, 2013):

a. Aprender a conocer. Debido a los cambios vertiginosos que se dan en el conocimiento, es importante prestar atención a la adquisición de los instrumentos del saber que a la adquisición de los conocimientos. La aplicación de este pilar conlleva al diseño de estrategias que propicien en el alumno la lectura, la adquisición de lenguas, el desarrollo de habilidades del pensamiento y el sentido crítico. Además, implica el manejo de herramientas digitales para la búsqueda de información y el gusto por la investigación; en pocas palabras: el deseo de aprender a aprender.
b. Aprender a hacer. La educación no debe centrarse únicamente en la transmisión de prácticas, sino formar un conjunto de competencias específicas adquiridas mediante la formación técnica y profesional, el comportamiento social, la actitud para trabajar en equipo, la capacidad de iniciativa y la de asumir riesgos.
c. Aprender a vivir juntos. Implica habilitar al individuo para vivir en contextos de diversidad e igualdad. Para ello, se debe iniciar a los jóvenes en actividades deportivas y culturales. Además, propiciar la colaboración entre docentes y alumnos en proyectos comunes.
d. Aprender a ser. La educación debe ser integral para que se configure mejor la propia personalidad del alumno y se esté en posibilidad de actuar cada vez con mayor

autonomía y responsabilidad personal. Aprender a ser implica el fortalecimiento de la personalidad, la creciente autonomía y la responsabilidad social (UABC, 2013).

El rol del docente es trascendental en todos los espacios del contexto universitario, quien se caracteriza por dos distinciones fundamentales, (1) la experiencia idónea en su área profesional, que le permite extrapolar los aprendizajes dentro del aula a escenarios reales, y (2) la apropiación del área pedagógica con la finalidad de adaptar el proceso de enseñanza a las características de cada grupo y en la medida de lo posible de cada alumno, estas enseñanzas deben auxiliarse de estrategias, prácticas, métodos, técnicas y recursos en consideración de los lineamientos y políticas de la UABC, las necesidades académicas, sociales y del mercado laboral[2]. El docente que se encuentra inmerso en la comunidad universitaria orienta la atención al desarrollo de las siguientes competencias pedagógicas:

a. Valorar el plan de estudios de Bioingeniero, mediante el análisis del diagnóstico y el desarrollo curricular, con el fin de tener una visión global de la organización y pertinencia del programa educativo ante las necesidades sociales y laborales, con interés y actitud inquisitiva.
b. Planear la unidad de aprendizaje que le corresponde impartir y participar en aquellas relacionadas con su área, a través de la organización de contenido, prácticas educativas, estrategias, criterios de evaluación y referencias, para indicar y orientar de forma clara la función de los partícipes del proceso y la competencia a lograr, con responsabilidad y sentido de actualización permanente.
c. Analizar el Modelo Educativo, por medio de la comprensión de su sustento filosófico y pedagógico, proceso formativo, componentes y atributos, para implementarlos pertinentemente en todos los procesos que concierne a un docente, con actitud reflexiva y sentido de pertenencia.
d. Implementar métodos, estrategias, técnicas, recursos y prácticas educativas apropiadas al área disciplinar, a través del uso eficiente y congruente con el modelo

[2] La Universidad, a través del Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente procura la habilitación de los docentes en el Modelo Educativo de la UABC que incluye la mediación pedagógica y diseño de instrumentos de evaluación.

educativo de la Universidad, para propiciar a los alumnos experiencias de aprendizajes significativas y de esta manera asegurar el cumplimiento de las competencias profesionales, con actitud innovadora y compromiso.

e. Evaluar el grado del logro de la competencia de la unidad de aprendizaje y de la etapa de formación, mediante el diseño y la aplicación de instrumentos de evaluación válidos, confiables y acordes al Modelo Educativo y de la normatividad institucional, con la finalidad de poseer elementos suficientes para valorar el desempeño académico y establecer estrategias de mejora continua en beneficio del discente, con adaptabilidad y objetividad.
f. Implementar el Código de Ética de la Universidad Autónoma de Baja California, mediante la adopción y su inclusión en todos los espacios que conforman la vida universitaria, para promover la confianza, democracia, honestidad, humildad, justicia, lealtad, libertad, perseverancia, respeto, responsabilidad y solidaridad en los alumnos y otros entes de la comunidad, con actitud congruente y sentido de pertenencia.
g. Actualizar los conocimientos y habilidades que posibilitan la práctica docente y profesional, mediante programas o cursos que fortalezcan la formación permanente y utilizando las tecnologías de la información y comunicación como herramienta para el estudio autodirigido, con la finalidad de adquirir nuevas experiencias que enriquezcan la práctica pedagógica y la superación profesional, con iniciativa y diligencia.

3.2. Misión y visión de la Universidad Autónoma de Baja California

Misión

> Formar integralmente ciudadanos profesionales, competentes en los ámbitos local, nacional, transfronterizo e internacional, libres, críticos, creativos, solidarios, emprendedores, con una visión global, conscientes de su participación en el desarrollo sustentable global y capaces de transformar su entorno con responsabilidad y compromiso ético; así como promover, generar, aplicar, difundir y transferir el conocimiento para contribuir al desarrollo sustentable, al avance de la ciencia, la

tecnología, las humanidades, el arte y la innovación, y al incremento del nivel de desarrollo humano de la sociedad bajacaliforniana y del país (UABC, 2019, p. 91).

Visión

En 2030, la Universidad Autónoma de Baja California es ampliamente reconocida en los ámbitos nacional e internacional por ser una institución socialmente responsable que contribuye, con oportunidad, equidad, pertinencia y los mejores estándares de calidad, a incrementar el nivel de desarrollo humano de la sociedad bajacaliforniana y del país, así como a la generación, aplicación innovadora y transferencia del conocimiento, y a la promoción de la ciencia, la cultura y el arte (UABC, 2019, p. 91).

3.3. Misión y visión de la Facultad de Ingeniería, Mexicali

Misión

Formar integralmente profesionistas en el área de ingeniería a nivel licenciatura y posgrado cumpliendo con los mejores estándares de calidad educativa, capaces de aportar soluciones óptimas a problemas en el ámbito de su desarrollo, en armonía con los valores universitarios y buscando el bienestar social. Además, realizar investigación básica y aplicada e impulsar la innovación tecnológica y la vinculación (Facultad de Ingeniería Mexicali [FIM], 2017, p. 258).

Visión

En el 2025, la Facultad de Ingeniería es ampliamente reconocida por ser una unidad académica socialmente responsable, que contribuye con oportunidad, pertinencia y con los mejores estándares de calidad a la formación integral de profesionistas en las áreas de ingeniería. Sus programas educativos están acreditados por los diferentes organismos evaluadores nacionales e internacionales. Promueve, genera, aplica, difunde y transfiere el conocimiento, para impulsar la innovación así como fortalecer la vinculación e investigación. Lo que la lleva a ser una de las mejores facultades de ingeniería en México y Latinoamérica (FIM, 2017, p. 258).

3.4. Misión y visión de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada

Misión

> Ser factor de desarrollo sustentable, a través de la formación integral de talento humano competente, capaz de desenvolverse en escenarios internacionales de la ingeniería, arquitectura y el diseño con un alto sentido de responsabilidad social y ambiental; la generación de conocimiento y tecnología de vanguardia, su aplicación y extensión por medio de la reflexión continua, en el contexto de valores universitario, privilegiando las necesidades regionales con el fin de mejorar la calidad de vida de la entidad y del país (FIAD-UABC, 2016, p. 11).

Visión

> En el año 2025 la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño es una Unidad Académica con reconocimiento nacional e internacional, ya que todos sus programas educativos de licenciatura y posgrado son reconocidos por su buena calidad, sus egresados son altamente cotizados por los empleadores en un mercado global, además de tener una cultura emprendedora; con académicos que se agrupan en cuerpos colegiados consolidados para realizar sus funciones sustantivas. La sinergia entre profesores y alumnos resulta en un impacto social de tal prestigio que las empresas los busquen para solucionar sus problemas tecnológicos y de habitabilidad, asimismo que el gobierno lo considere elemento imprescindible de planeación (FIAD-UABC, 2016, p. 11).

3.5. Misión y visión de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

Misión

> Somos una institución de educación superior comprometidos en la formación de profesionistas competentes en las áreas de Ingeniería, Arquitectura y Diseño en los ámbitos regional, nacional e internacionalmente, con gran responsabilidad social para contribuir a la sustentabilidad e innovación (Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología [FCITEC], 2015, p.57).

Visión

> En 2025 es la mejor oferta educativa de licenciatura y posgrado en las áreas de Ingeniería, Arquitectura y Diseño de la región noroeste del país, con reconocimiento nacional e internacional, que sea garantía de empleabilidad y de emprendimiento de sus egresados, desarrollando investigación de vanguardia y comprometida íntegramente con la sociedad (FCITEC, 2015, p.57).

3.6. Misión, visión y objetivos del programa Bioingeniero

Misión

Formar ingenieros competentes en las áreas biomédicas y bioindustrial, responsables, creativos, solidarios, participativos, con actitud emprendedora, innovadora y de liderazgo, y comprometidos con la sociedad**,** capaces de comunicar efectivamente de forma oral y escrita temas relacionados con su ejercicio profesional; de generar equipos e instrumentos de uso biomédicos y biotecnológico; de incorporar e integrar sistemas tecnológicos y de información para uso biomédico y bioindustrial; y de reconocer y practicar la actualización continua en su área de especialización, empleando los conocimientos científicos, tecnológicos, humanísticos y de gestión, con un enfoque multidisciplinario, así como los fundamentos, técnicas, métodos de la bioingeniería y metodologías de calidad, con apego a la normatividad vigente, para dar solución a problemáticas en el ámbito de la salud y el aseguramiento de la calidad en los procesos industriales, contribuyendo al desarrollo sustentable, logrando una mejora continua de la producción, optimizando los recursos tecnológicos de las empresas y del sector salud, y aumentando la calidad de vida de la población en el ámbito local, estatal, regional, nacional e internacional.

Visión

En 2030, el programa de Bioingeniero es un programa acreditado, dinámico y comprometido con la sociedad en la generación de profesionales, formados en un ambiente de alta calidad científica y tecnológica, con un elevado nivel cívico y ético, en

el que se prepara a los estudiantes para responder asertivamente ante situaciones de su vida personal, social y laboral, mediante la participación activa en los procesos docentes y de investigación innovadora en el área de bioingeniería.

Objetivos del programa educativo

Objetivo general.

Formar Bioingenieros capaces de contribuir al desarrollo del sector productivo y social de la región y el país, que cuenten con los conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios, para solucionar problemáticas emergentes y solventar necesidades tecnológicas con eficiencia y respeto al medio ambiente.

Objetivos específicos.

1. Promover el desarrollo sostenible por medio de la innovación en el área de Bioingeniería con profesionales en el diseño y gestión de proyectos interdisciplinarios que atiendan las problemáticas del sector productivo y social.
2. Formar profesionistas en el área de Bioingeniería capaces de identificar oportunidades de mejora en áreas emergentes de la sociedad y sector productivo para contribuir al desarrollo económico de la región y del país.
3. Contribuir a la sistematización de procesos de manufactura y comerciales de productos con fines biotecnológicos y biomédicos, con la formación de bioingenieros altamente preparados, para atender necesidades de los sectores industrial y de salud.

4. Descripción de la propuesta

El programa educativo Bioingeniero tiene dos componentes fundamentales. El primero se mantiene en apego a la metodología curricular de la UABC basado en un modelo flexible con un enfoque en competencias y el segundo la formación sólida de bioingenieros en las áreas de Ingeniería Biomédica, Biotecnológica y Procesos de Manufactura en correspondencia con la disciplina y las necesidades laborales y sociales.

4.1. Etapas de formación

El plan de estudios está compuesto de tres etapas de formación donde se procura dosificar la complejidad de unidades de aprendizaje y contenidos buscando desarrollar y proporcionar al alumno las competencias propias del bioingeniero, las cuales serán verificables y extrapolables a la práctica profesional real que se gesta en el entorno, mismas que podrán ser adecuadas de acuerdo con la evolución y desarrollo de la ciencia y tecnología de su disciplina.

4.1.1. Etapa básica

La etapa de formación básica incluye los tres primeros periodos escolares del plan de estudios. Se incluyen 19 unidades de aprendizaje obligatorias y una unidad de aprendizaje optativa que contribuyen a la formación básica, elemental e integral del estudiante de las ciencias básicas con una orientación eminentemente formativa, para la adquisición de conocimientos de las diferentes disciplinas que promueven competencias contextualizadoras, metodológicas, instrumentales y cuantitativas esenciales para la formación del estudiante. En esta etapa el estudiante deberá completar 121 créditos de los cuales 115 son obligatorios y 6 optativos.

Los dos primeros periodos de la etapa básica corresponden al tronco común que propicia la interdisciplinaridad (UABC, 2010). Se compone de 13 unidades de

aprendizaje obligatorias, con un total de 77 créditos que comparten los 12 programas educativos de la DES de Ingeniería: Ingeniero Civil, Ingeniero en Computación, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Nanotecnología, Ingeniero Químico, Ingeniero Industrial y Bioingeniero.

El tronco común incluye las asignaturas de Inglés I e Inglés II. El estudiante las puede acreditar a través de dos vías: (1) cursándolas en el periodo semestral o (2) demostrar el dominio de inglés al quedar ubicado por lo menos en el cuarto nivel del examen de ubicación que aplica la Facultad de Idiomas. La unidad académica gestionará ante la Facultad de Idiomas la aplicación del examen de ubicación dentro de las primeras semanas de haber iniciado el Tronco Común. Si el estudiante se ubica al menos en el cuarto nivel, acreditará la unidad de aprendizaje Inglés I con calificación de 100 (cien). Acreditará también la unidad de aprendizaje Inglés II en el siguiente periodo con la misma calificación.

Una vez concluido el tronco común, mediante una subasta el alumno deberá seleccionar el programa educativo que desee cursar y completar la etapa básica, atendiendo lo especificado en el Estatuto Escolar de la UABC.

En el tercer periodo incluye cuatro asignaturas obligatorias compartidas para los programas de la DES: Cálculo Multivariable, Ecuaciones Diferenciales, Electricidad y Magnetismo, y Metodología de la Investigación que apoyan las intenciones y competencia de la etapa básica.

Desde esta etapa, el estudiante podrá considerar tomar cursos y actividades complementarias en áreas de deportes y cultura que fomenten su formación integral. Antes de concluir la etapa básica los estudiantes deberán acreditar 300 horas de servicio social comunitario. En caso de no hacerlo, durante la etapa disciplinaria, el número de asignaturas a cursar estará limitado a tres de acuerdo con el Reglamento de Servicio Social de la UABC vigente.

Competencia de la etapa básica

Aplicar conceptos y procedimientos de las Ciencias Básicas y Matemáticas, Ciencias Biológicas, Ciencias de la Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanidades, con los fundamentos de la teoría y su desarrollo práctico, para solucionar problemas e interpretar resultados de los fenómenos físicos, químicos, biológicos aplicados a la ingeniería, con honestidad, responsabilidad y compañerismo

4.1.2. Etapa disciplinaria

En la etapa disciplinaria el estudiante tiene la oportunidad de conocer, profundizar y enriquecerse de los conocimientos teórico-metodológicos y técnicos de la profesión de Bioingeniero, orientadas a un aprendizaje genérico del ejercicio profesional. Esta etapa comprende la mayor parte de los contenidos del programa, y el nivel de conocimiento es más complejo, desarrollándose principalmente en tres períodos intermedios. Esta etapa se compone de 24 unidades de aprendizaje, 19 obligatorias y 5 optativas con un total de 139 créditos, de los cuales 105 son obligatorios y 34 son optativos.

En esta etapa el estudiante habiendo acreditado el servicio social comunitario o primera etapa, podrá iniciar su servicio social profesional al haber cubierto el 60% de avance en los créditos del plan de estudios y concluyendo en la etapa terminal de acuerdo con lo que establece el Reglamente de Servicio Social vigente.

Competencia de la etapa disciplinaria

Diseñar y desarrollar instrumentos de uso biomédico y biotecnológico, así como implementar técnicas y métodos de trabajo bioingenieriles, aplicando la información existente sobre las características de biomateriales, el equipo y las técnicas para mejorar la calidad de vida y contribuir al desarrollo sostenible, con manejo responsable del equipo especializado a utilizar, participación comprometida en equipos multidisciplinarios, respeto a las personas, al medio ambiente y a la normatividad existente.

4.1.3. Etapa terminal

La etapa terminal se establece en los últimos dos periodos del programa educativo donde se refuerzan los conocimientos teórico-instrumentales específicos; se incrementan los trabajos prácticos y se desarrolla la participación del alumno en el campo profesional, explorando las distintas orientaciones a través de la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos, para enriquecerse en áreas afines y poder distinguir los aspectos relevantes de las técnicas y procedimientos que en el perfil profesional requiere, en la solución de problemas o generación de alternativas.

La etapa se compone de 8 unidades de aprendizaje obligatorias y 6 unidades de aprendizaje optativas con un total de 80 créditos, de los cuales 40 son obligatorios y 40 son optativos. Además de 10 créditos obligatorios de las Prácticas Profesionales habiendo cubierto el 70% de los créditos del plan de estudios correspondiente según lo establecido en el Reglamento General para la Prestación de Prácticas Profesionales vigente de la UABC. En esta etapa el alumno podrá realizar hasta dos proyectos de vinculación con valor en créditos con un mínimo de 2 créditos optativos cada uno.

Competencia de la etapa terminal

Solucionar problemas que se presentan en la ingeniería biomédica y la biotecnología, aplicando los métodos de análisis, diseño y manufactura, así como la gestión y administración de empresas, para contribuir al desarrollo sostenible y económico y a una cultura emprendedora, con responsabilidad, respeto a las personas y a la normatividad.

4.2. Descripción de las modalidades de aprendizaje y obtención de créditos, y sus mecanismos de operación

De acuerdo a los fines planteados en el Modelo Educativo (UABC, 2013), en el Estatuto Escolar (UABC, 2018) y en la Guía Metodológica para la Creación y Modificación de los Programas Educativos (UABC, 2010) se ha conformado una gama de experiencias teórico-prácticas denominadas *Otras Modalidades de Aprendizaje y Obtención de Créditos*, donde el alumno desarrolla sus potencialidades intelectuales y prácticas; las cuales pueden ser cursadas en diversas unidades académicas al interior de la universidad, en otras instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional o en el sector social y productivo. Al concebir las modalidades de aprendizaje de esta manera, se obtienen las siguientes ventajas:

a. Participación dinámica del alumno en actividades de interés personal que enriquecerán y complementarán su formación profesional.
b. La formación interdisciplinaria, al permitir el contacto directo con contenidos, experiencias, con alumnos y docentes de otras instituciones o entidades.
c. La diversificación de las experiencias de enseñanza-aprendizaje.

En la Facultad de Ingeniería Mexicali, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, estas modalidades de aprendizaje permitirán al alumno inscrito en el programa educativo Bioingeniero, la selección de actividades para la obtención de créditos, que habrán de consolidar el perfil de egreso en su área de interés, con el apoyo del profesor o tutor. Las modalidades de aprendizaje se deberán registrar de acuerdo al periodo establecido en el calendario escolar vigente de la UABC.

De la relación de las diferentes modalidades de obtención de créditos, los alumnos podrán registrar como parte de su carga académica hasta dos modalidades por periodo, siempre y cuando sean diferentes, y se cuente con la autorización del Tutor Académico en un plan de carga académica pertinente al área de interés del alumno, oportuna en función de que se cuenten con los conocimientos y herramientas

metodológicas necesarias para el apropiado desarrollo de las actividades, que el buen rendimiento del alumno le asegure no poner en riesgo su aprovechamiento, y que lo permita el Estatuto Escolar vigente en lo relativo a la carga académica máxima permitida. Existen múltiples modalidades distintas cuyas características y alcances se definen a continuación.

4.2.1. Unidades de aprendizaje obligatorias

Las unidades de aprendizaje obligatorias se encuentran en las tres etapas de formación que integran el plan de estudios del programa educativo Bioingeniero que han sido definidas y organizadas en función de las competencias profesionales y específicas que conforman el perfil de egreso, por lo tanto, las unidades de aprendizaje guardan una relación directa con éstas y un papel determinante en el logro de dicho perfil. Estas unidades de aprendizaje necesariamente tienen que ser cursadas y aprobadas por los alumnos (UABC, 2018). Para este programa educativo, se integran 46 unidades de aprendizaje obligatorias donde el alumno obtendrá 260 créditos de los 350 que conforman su plan de estudios.

Dentro de este tipo de unidades se contemplan 6 unidades de aprendizaje integradoras cuyo propósito es integrar conocimientos básicos y disciplinarios para que el estudiante demuestre competencias según las áreas de conocimiento del plan de estudios.

4.2.2. Unidades de aprendizaje optativas

Además de la carga académica obligatoria, los estudiantes deberán cumplir 80 créditos optativos, que pueden ser cubiertos por unidades de aprendizaje optativas que se encuentran incluidas en el plan de estudios, y por créditos obtenidos de otras modalidades que se sugieren en esta sección.

Las unidades de aprendizaje optativas permiten al alumno fortalecer su proyecto

educativo con la organización de aprendizajes en un área de interés profesional con el apoyo de un docente o tutor. Este tipo de unidades de aprendizaje se adaptan en forma flexible al proyecto del alumno y le ofrecen experiencias de aprendizaje que le sirvan de apoyo para el desempeño profesional (UABC, 2018).

En esta propuesta de creación del plan de estudios, se han colocado 12 espacios optativos en el mapa curricular que corresponden a 12 unidades de aprendizaje optativas distribuidas en las etapas básica, disciplinaria y terminal. Sin embargo, atendiendo a las iniciativas institucionales para promover la flexibilidad y oportunidades de formación de los alumnos, se han preparado 7 unidades de aprendizaje más. En suma, el plan de estudio integra 19 unidades de aprendizaje optativas.

4.2.3. Otros cursos optativos

Estos cursos optativos son una alternativa para incorporar temas de interés que complementan la formación del alumno (UABC, 2018). Cuando el programa educativo esté operando, se pueden integrar al plan de estudios unidades de aprendizaje optativas adicionales de acuerdo con los avances científicos y tecnológicos en la disciplina o de formación integral o de contextualización obedeciendo a las necesidades sociales y del mercado laboral. Estos nuevos cursos optativos estarán orientados a una etapa de formación en particular y contarán como créditos optativos de dicha etapa.

Estos cursos optativos se deberán registrar ante el Departamento de Formación Básica o el Departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria de su unidad regional según la etapa en la que se ofertará la unidad de aprendizaje de manera homologada entre las Unidades Académicas.

Para la evaluación de la pertinencia del curso, de manera conjunta, los Subdirectores de las Unidades Académicas integrarán un Comité Evaluador formado por un docente del área de cada Unidad Académica, quienes evaluarán y emitirán un dictamen o recomendaciones sobre la nueva unidad de aprendizaje, y garantizar la calidad y pertinencia de la propuesta así como la viabilidad operativa.

4.2.4. Estudios independientes

En esta modalidad, bajo la asesoría, supervisión y evaluación de un docente, el estudiante tiene la alternativa de realizar estudios de interés disciplinario no sujeto a la asistencia a clases ni al programa oficial de una unidad de aprendizaje. En esta modalidad de aprendizaje, el alumno se responsabiliza de manera personal a realizar las actividades de un plan de trabajo, previamente elaborado bajo la supervisión y visto bueno de un docente titular que fungirá como asesor (UABC, 2013).

El plan de trabajo debe ser coherente y contribuir a alguna de las competencias específicas del Plan de Estudios en una temática en particular; las actividades contenidas en el plan de trabajo deben garantizar el logro de las competencias y los conocimientos teórico-prácticos de la temática especificada. El estudio independiente debe ser evaluado y en su caso aprobado en la Unidad Académica por medio del Comité Evaluador y se deberá solicitar su registro en el periodo establecido ante el Departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria de su campus, acompañado de la justificación y las actividades a realizar por el estudiante.

El asesor será el responsable de asignar una calificación con base a los criterios de evaluación incorporados en el registro y a su vez solicitar el registro de la calificación correspondiente una vez concluida la modalidad. En el caso de que el alumno reprobara, deberá inscribirse en el mismo estudio independiente registrado en el periodo próximo inmediato en su carga académica. El alumno tendrá derecho a cursar un Estudio Independiente por periodo, y como máximo dos Estudios Independientes a lo largo de su trayectoria escolar y a partir de haber cubierto el 60% de los créditos del Plan de Estudios, obteniendo un máximo de seis créditos por estudio independiente.

4.2.5. Ayudantía docente

Esta actividad tiene como finalidad brindar al alumno experiencias de aprendizaje de habilidades y herramientas teórico-metodológicas del quehacer docente como la comunicación oral y escrita dirigida a un público específico, la organización y

planeación de actividades, la conducción de grupos de trabajo, entre otros, que contribuyan claramente al perfil de egreso del alumno y a las competencias profesionales y específicas del Plan de Estudios. Las responsabilidades y acciones asignadas al alumno participante no deben entenderse como la sustitución de la actividad del profesor sino como un medio alternativo de su propio aprendizaje mediante el apoyo a actividades, tales como asesorías al grupo, organización y distribución de materiales, entre otros (UABC, 2013).

El estudiante participa realizando acciones de apoyo académico en una unidad de aprendizaje en particular, en un periodo escolar inferior al que esté cursando y en la que haya demostrado un buen desempeño con calificación igual o mayor a 80. La actividad del alumno está bajo la asesoría, supervisión y evaluación de un docente de carrera quien fungirá el papel de responsable. El alumno participa como adjunto de docencia (auxiliar docente), apoyando en las labores del profesor de carrera dentro y fuera del aula, durante un periodo escolar.

El alumno tendrá derecho a cursar como máximo una ayudantía docente por período, y un máximo de dos ayudantías docentes a lo largo de su trayectoria escolar, obteniendo un máximo de seis créditos por ayudantía. Esta modalidad se podrá realizar a partir de la etapa disciplinaria.

La unidad académica solicitará su registro en el Sistema Institucional de Planes y Programas de Estudios y Autoevaluación (SIPPEA) ante el Departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria de su unidad regional, previa evaluación y en su caso aprobación del Comité Evaluador. El responsable de la modalidad será el encargado de asignar una calificación con base a los criterios de evaluación incorporados en el registro y de solicitar el registro de la calificación correspondiente una vez concluida la ayudantía.

4.2.6. Ayudantía de investigación

Esta actividad tiene como finalidad brindar al alumno experiencias de aprendizaje de habilidades y herramientas teórico-metodológicas propias del perfil de un investigador,

tales como el análisis crítico de la información y de las fuentes bibliográficas, la organización y calendarización de su propio trabajo, entre otras, que contribuyan claramente al perfil de egreso del alumno y a las competencias profesionales y específicas del plan de estudios.

Esta modalidad se realiza durante las etapas disciplinaria o terminal. En esta modalidad de aprendizaje el alumno participa apoyando alguna investigación registrada por el personal académico de la Universidad o de otras instituciones, siempre y cuando dicha investigación se encuentre relacionada con alguna competencia profesional o específica del plan de estudios. Esta actividad se desarrolla bajo la asesoría, supervisión y evaluación de un profesor-investigador o investigador de carrera, y no debe entenderse como la sustitución de la actividad del investigador (UABC, 2013).

La investigación debe estar debidamente registrada como proyecto en el Departamento de Posgrado e Investigación del campus correspondiente, o en el departamento equivalente en la institución receptora, y relacionarse con los contenidos del área y etapa de formación que esté cursando el estudiante. El alumno tendrá derecho a tomar como máximo una ayudantía de investigación por periodo y un máximo de dos ayudantías de investigación a lo largo de su trayectoria escolar, obteniendo un máximo de seis créditos por ayudantía.

Se deberá solicitar su registro en el periodo establecido ante el Departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria de su unidad regional. La solicitud de ayudantía de investigación deberá incluir los datos académicos, justificación de la solicitud y el programa de actividades a realizar. Para su registro deberá contar con el visto bueno del responsable del proyecto y las solicitudes serán turnadas al Comité Evaluador para su respectiva evaluación y en su caso aprobación, considerando la competencia general propuesta en la ayudantía y los objetivos del proyecto de investigación al que se asocia. El responsable de la modalidad será el encargado de asignar una calificación con base a los criterios de evaluación incorporados en el registro y de solicitar el registro de la calificación correspondiente una vez concluida la ayudantía.

4.2.7. Ejercicio investigativo

Esta actividad tiene como finalidad brindar al estudiante experiencias de aprendizaje que fomenten la iniciativa y creatividad en el alumno mediante la aplicación de los conocimientos, habilidades y actitudes disciplinares en el campo de la investigación (UABC, 2013) que contribuyan claramente al perfil de egreso del alumno y a las competencias profesionales y específicas del plan de estudios.

Esta modalidad se lleva a cabo durante las etapas disciplinaria o terminal y consiste en que el alumno elabore una propuesta de investigación y la realice con la orientación, supervisión y evaluación de un profesor-investigador o investigador de carrera quien fungirá el papel de asesor. En esta modalidad, el alumno es el principal actor, quien debe aplicar los conocimientos desarrollados en el tema de interés, establecer el abordaje metodológico, diseñar la instrumentación necesaria y definir estrategias de apoyo investigativo. El asesor solamente guiará la investigación.

El alumno tendrá derecho a tomar como máximo un ejercicio investigativo por periodo y un máximo de dos ejercicios investigativos a lo largo de su trayectoria escolar, obteniendo un máximo de seis créditos por cada uno. Se deberá solicitar su registro en el periodo establecido ante el Departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria del campus correspondiente, previa evaluación y en su caso aprobación de la unidad académica por medio del Comité Evaluador. El asesor será el encargado de asignar una calificación con base a los criterios de evaluación incorporados en el registro y de solicitar el registro de la calificación correspondiente una vez concluida la modalidad.

4.2.8. Apoyo a actividades de extensión y vinculación

Esta actividad tiene como finalidad brindar al alumno experiencias de aprendizaje de habilidades y herramientas teórico-metodológicas de la extensión y vinculación tales como la comunicación oral y escrita dirigida a un público específico, la organización y planeación de eventos, la participación en grupos de trabajo, entre otros, que

contribuyan claramente al perfil de egreso del alumno y a las competencias profesionales y específicas del plan de estudio.

Esta modalidad consiste en un conjunto de acciones para acercar las fuentes del conocimiento científico, tecnológico y cultural a los sectores social y productivo. Estas actividades se desarrollan a través de diversas formas (planeación y organización de cursos, conferencias y diversas acciones con dichos sectores, entre otras), a fin de elaborar e identificar propuestas que puedan ser de utilidad y se orienten a fomentar las relaciones entre la Universidad y la comunidad (UABC, 2013).

Las actividades en esta modalidad podrán estar asociadas a un programa formal de vinculación con un docente responsable. El alumno podrá participar a partir del tercer periodo escolar, y tendrá derecho a tomar como máximo dos actividades durante su estancia en el Programa Educativo, obteniendo un máximo de seis créditos por actividad.

El docente responsable solicitará el registro en el periodo establecido ante el Departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria previa evaluación y en su aprobación de la Unidad Académica por medio del Comité Evaluador; será el encargado de asignar una calificación con base a los criterios de evaluación incorporados en el registro y de solicitar el registro de la calificación correspondiente una vez concluida la modalidad

4.2.9. Proyectos de vinculación con valor en créditos (PVVC)

Estos proyectos tienen como propósito la aplicación y generación de conocimientos y la solución de problemas, ya sea a través de acciones de investigación, asistencia o extensión de los servicios, entre otros; buscando fortalecer el logro de las competencias y los contenidos de las unidades de aprendizaje a ser consideradas (UABC, 2018).

Esta modalidad se refiere a múltiples opciones para la obtención de créditos, las cuales pueden incluir, de manera integral y simultánea, varias de las modalidades de aprendizaje. El PVVC se realiza en la etapa terminal, se registrarán a través de la

Coordinación de Formación Profesional y Vinculación Universitaria de las Unidades Académicas, y se desarrollarán en los sectores social y productivo, como una experiencia de aprendizaje para los alumnos a fin de fortalecer el logro de competencias específicas al situarlos en ambientes reales y al participar en la solución de problemas o en la mejora de procesos de su área profesional. Lo anterior se efectúa con la asesoría, supervisión y evaluación de un Profesor de Tiempo Completo o Medio Tiempo, y un profesionista de la unidad receptora (UABC, 2013).

Los PVVC podrán estar integrados por al menos una modalidad de aprendizaje asociada a la currícula. El total de créditos del proyecto consistirá en los créditos obligatorios y optativos correspondientes a las modalidades de aprendizaje que lo constituyen, más dos créditos correspondientes al registro del propio PVVC.

La operación y seguimiento de los PVVC funcionarán bajo los siguientes criterios y mecanismos de operación:

a) En los PVVC se podrán registrar alumnos que hayan cubierto el total de créditos obligatorios de la etapa disciplinaria y que cuenten con el Servicio Social Profesional acreditado, o que se encuentre registrado en un programa de Servicio Social Profesional con su reporte trimestral aprobado al momento de solicitar su registro al PVVC.
b) El alumno deberá cursar un PVVC durante su etapa terminal.
c) Sólo se podrá cursar un PVVC por periodo escolar.
d) El registro de esta modalidad se deberá solicitar en el periodo establecido ante el Departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria del campus correspondiente.
e) Las Unidades Académicas solicitarán el registro de los proyectos planteados por las unidades receptoras, previa revisión y aprobación del responsable del Programa Educativo y el Coordinador de Formación Profesional y Vinculación Universitaria.
f) El responsable de Programa Educativo designará a un Profesor de Tiempo Completo la supervisión y seguimiento del PVVC.
g) La calificación que se registrará se obtendrá de la evaluación integral considerando las evaluaciones del supervisor de la unidad receptora, del profesor responsable y los mecanismos que designe la Unidad Académica.

h) Los PVVC deberán incluir al menos una modalidad de aprendizaje.

i) Los Profesores de Tiempo Completo podrán ser responsables de un máximo cinco PVVC, en los que podrá atender a un máximo de 15 alumnos distribuidos en el total de PVVC a su cargo; en el caso de que un PVVC exceda de 15 alumnos, podrá asignarse como responsable a más de un profesor. Los Profesores de Medio Tiempo podrán ser responsables de hasta dos PVVC, en los que podrá atender a un máximo de ocho alumnos distribuidos en el toral de PVVC a su cargo.

j) Será recomendable se formalice un convenio de vinculación con la unidad receptora.

Los alumnos regulares que cumplan satisfactoriamente su primer PVVC podrán optar por llevar un segundo PVVC bajo los siguientes criterios:

a) Que en su desempeño de los últimos 2 periodos escolares no tenga asignaturas reprobadas y que la calificación mínima sea de 80 en examen ordinario.

b) Registrar el segundo PVVC en un periodo escolar posterior a la evaluación del primero.

c) Será preferible aquellos PVVC de nivel III como se describe en la Tabla.

Tabla 2. *Características de los niveles de los PVVC.*

Nivel	Rango en Créditos*	Rango en horas por semestre**	Número de asignaturas asociadas	Prácticas Profesionales	Número de otras modalidades de aprendizaje asociadas
I	10-15	160-240	Variable	No aplica	Variable
II	16-20	256-320	Variable	Opcional	Variable
III	21-30	336-480	Variable	Opcional	Variable

Fuente: Coordinación de Formación Profesional y Vinculación Universitaria
*No incluye los 2 créditos del PVVC.
**Calculando número de créditos por 16 semanas.

A continuación, se presentan tres ejemplos de PVVC:

Ejemplo 1: Legislación asociada a los dispositivos biomédicos para tratamiento de cáncer.

En este proyecto el alumno tendrá la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos desempeñándose en una institución de salud pública en donde interpretara los aspectos legislativos aplicables a la manufactura de dispositivos e instrumentos biomédicos, mediante el análisis de normas y reglamentos de propiedad industrial, salud humana, protocolos y deterioro ambiental.

- Nivel 1
- 240 horas
- Dos unidades de aprendizaje y una modalidad de aprendizaje adicionales a los créditos del PVVC.

Tabla 3. *Descripción de PVVC Legislación asociada a los dispositivos biomédicos para tratamiento de cáncer.*

Modalidades de Aprendizaje	Créditos	Carácter
Unidad de aprendizaje: Instrumentación Biomédica Basada en Computadoras	7	Optativa
Unidad de aprendizaje: Cultivo de Tejidos	7	Optativo
PVVC: Legislación asociada a los dispositivos biomédicos para tratamiento de cáncer.	2	Optativo
Prácticas Profesionales	10	Obligatorio
Total	*26*	

Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo 2: Proceso de corte en línea durante la operación de intrusión

En este PVVC los estudiantes tendrán la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos desempeñándose en una empresa médica encargada de la fabricación e importación de diversos componentes médicos.

Nivel 3 de integración del PVVC:

- 480 horas
- Tres unidades de aprendizaje, los créditos del PVVC y prácticas profesionales

Tabla 4*. Descripción del PVVC Proceso de corte en línea durante la operación de intrusión.*

Modalidades de Aprendizaje	Créditos	Carácter
Unidad de Aprendizaje: Biosensores	4	Optativa
Unidad de Aprendizaje: Metodologías de la Calidad	4	Obligatoria
Unidad de Aprendizaje: Instrumentación Biomédica Basada en Computadoras	7	Optativa
PVVC: *Proceso de corte en línea durante la operación de intrusión*	2	Optativo
Prácticas Profesionales	10	Obligatorio
Total	*27*	

Fuente: Elaboración propia.

4.2.10. Actividades artísticas, culturales y deportivas

Son de carácter formativo y están relacionadas con la cultura, el arte y el deporte para el desarrollo de habilidades que coadyuvan a la formación integral del alumno, ya que fomentan las facultades creativas, propias de los talleres y grupos artísticos, y de promoción cultural, o mediante la participación en actividades deportivas (UABC, 2013).

El alumno podrá obtener créditos por medio de estas actividades llevándolas a cabo en la Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas u otras unidades académicas de la UABC, mediante la programación de diversas actividades curriculares durante la etapa básica (UABC, 2018). La obtención de créditos de esta modalidad será bajo las “Actividades Complementarias de Formación Integral I, II y III”, acreditadas con la presentación de un carnet, otorgando un crédito por cada 8 actividades complementarias de formación integral y un máximo de dos créditos por periodo. Además, podrán optar por la “Actividad Deportiva I y II” y “Actividad Cultural I y II”, siempre y cuando la participación sea individual y no se haya acreditado en otra modalidad y sea aprobado por un comité de la propia unidad académica, o bien a través de los cursos ofertados para la obtención de créditos de la Facultad de Artes y la Facultad de Deportes. La unidad académica solicitará el registro de estas actividades al Departamento de Formación Básica de la unidad regional. Los

mecanismos y criterios de operación se encuentran disponibles en la página web[3] de la Coordinación General de Formación Básica.

4.2.11. Prácticas profesionales

Es el conjunto de actividades y quehaceres propios a la formación profesional para la aplicación del conocimiento y la vinculación con el entorno social y productivo (UABC, 2004). Mediante esta modalidad, se contribuye a la formación integral del alumno al combinar las competencias adquiridas para intervenir en la solución de problemas prácticos de la realidad profesional (UABC, 2013). Este sistema de prácticas obligatorias permitirá poner en contacto a los estudiantes con su entorno, aplicar los conocimientos teóricos en la práctica, proporcionar la experiencia laboral que requiere para su egreso y establecer acciones de vinculación entre la escuela y el sector público o privado.

Esta actividad se realiza en la etapa terminal del programa de estudios, para que el alumno adquiera mayor habilidad o destreza en el ejercicio de su profesión. Las prácticas profesionales tendrán un valor de 10 créditos con un carácter obligatorio, mismas que podrán ser cursadas una vez que se haya cubierto el 70% de los créditos del plan de estudios y haber liberado la primera etapa del servicio social. Se sugiere que se inicien las prácticas preferentemente después de haber acreditado el servicio social profesional.

Previa asignación de estudiantes a una estancia de ejercicio profesional, se establecerán programas de prácticas profesionales con empresas e instituciones de los diversos sectores, con las cuales se formalizarán convenios de colaboración académica donde el estudiante deberá cubrir 240 horas en un periodo escolar.

Adicionalmente, con la presentación de las prácticas profesionales, se podrán acreditar unidades de aprendizaje de carácter obligatorio u optativo, siempre y cuando las actividades desarrolladas durante la práctica sean equivalentes a los contenidos de las unidades de aprendizaje propuestas a ser acreditadas. En todos los casos, el Comité Evaluador deberá consentir su aprobación a las solicitudes recibidas.

[3] http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/Mecanismos_y_Criterios_de_Operacion.pdf

La operación y evaluación del ejercicio de las prácticas profesionales, estará sujeto a los siguientes procesos:

- **Asignación:** Es la acción de adscribir al alumno a una unidad receptora, para la realización de sus prácticas profesionales;
- **Supervisión:** Es la actividad permanente de verificación en el cumplimiento de metas y actividades propuestas de los programas de prácticas profesionales;
- **Evaluación:** Es la actividad permanente de emisión de juicios de valor en el seguimiento de las prácticas profesionales que realizan tanto la unidad receptora como la unidad académica para efectos de acreditación del alumno; y
- **Acreditación:** Consiste en el reconocimiento de la terminación y acreditación de las prácticas profesionales del alumno, una vez satisfechos los requisitos establecidos en el programa de prácticas profesionales.

En el proceso de ***Asignación***, será responsabilidad de la unidad académica, a través del Comité Revisor o el Responsable del Programa Educativo, la aceptación de programas de prácticas profesionales y responsabilidad del tutor asignado a cada estudiante el acreditarla.

Durante la ejecución de las prácticas profesionales, el practicante debe estar obligatoriamente bajo la supervisión, tutoría y evaluación de un profesional del área designado por las organizaciones, el cual asesorará y evaluará su desempeño. Las actividades que el estudiante realice deben relacionarse estrictamente con su campo profesional y podrá recibir una retribución económica cuyo monto se establecerá de común acuerdo. Es requisito que durante el proceso de ***Supervisión*** y ***Evaluación*** se considere el cumplimiento de los compromisos y plazos de ejecución previamente establecidos en el acuerdo entre las diferentes partes, en donde se describen las condiciones en las que realizará esta actividad. Durante el ejercicio de estos procesos, el estudiante deberá entregar un informe parcial y uno final, respectivamente. Los cuales deben ser avaluados por el responsable asignado por la unidad receptora y el responsable de prácticas profesionales de la unidad académica.

El proceso de ***Acreditación*** se realizará una vez que el estudiante entregue en tiempo y forma, al responsable de prácticas profesionales de la Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de

Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, los informes solicitados, debidamente firmados y sellados por el responsable de la unidad receptora. Después de la revisión de los informes, el responsable de prácticas profesionales procederá a registrar en el sistema institucional la acreditación de esta modalidad de aprendizaje.

4.2.12. Programa de emprendedores universitarios.

Estará integrado por actividades académicas con valor curricular. La Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas busca apoyar a aquellos alumnos que manifiesten inquietudes con proyectos innovadores, por medio de un análisis del perfil emprendedor, la formulación de un plan de negocios, orientación para apoyo financiero y su validación académica, entre otros (UABC, 2018).

En el plan de estudio se integra el área de conocimiento Económico-Administrativas que brindan las bases para el desarrollo de emprendedores, específicamente unidades de aprendizaje en la etapa terminal que buscan fortalecer una formación empresarial, como Administración, Mejora Continua en Manufactura, Ingeniería Económica, Metodologías de Calidad, y Emprendimiento y Liderazgo.

4.2.13. Actividades para la formación en valores

Esta modalidad se refiere a la participación de los alumnos en actividades que propicien un ambiente de reflexión axiológica que fomente la formación de valores éticos y de carácter universal, así como el respeto a éstos, con lo que se favorece su formación como personas, ciudadanos responsables y profesionistas con un alto sentido ético (UABC, 2013), donde se busca la promoción de los valores fundamentales de la comunidad universitaria como: la confianza, la democracia, la honestidad, la humildad, la justicia, la lealtad, la libertad, la perseverancia, el respeto, la responsabilidad y la solidaridad (UABC, 2017).

Los planes de estudio incluirán actividades curriculares para la formación valoral, con el fin de propiciar la formación integral del estudiante. A estas actividades se les

otorgarán hasta seis créditos en la etapa de formación básica (UABC, 2018). Adicionalmente, cada una de las unidades de aprendizaje contemplan en forma explícita las actitudes y los valores con los que se aplicará el conocimiento de éstas y se generarán actitudes que contribuyan al fomento y formación de valores éticos y profesionales en los estudiantes, por ejemplo, realización de foros de valores, visitas de alumnos a diferentes centros de apoyo a niños y adultos mayores, participación y difusión del Programa Cero Residuos, dinámicas recreativas, entrega de despensas, entre otras actividades.

4.2.14. Cursos intersemestrales

En la Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, estos cursos se ofertan entre un período escolar y otro. Por sus características, permiten a los alumnos cursar unidades de aprendizaje obligatorias u optativas con la finalidad de cubrir créditos y avanzar en su plan de estudios, de conformidad con la normatividad vigente (UABC, 2013).

Esta modalidad no es aplicable para unidades de aprendizaje que contemplen prácticas de campo, y deberán programarse con un máximo de cinco horas presenciales al día en el periodo intersemestral incluyendo prácticas de laboratorio y actividades de clase y taller. Los alumnos que deseen inscribirse en un curso intersemestral deben cumplir con los requisitos académicos y administrativos establecidos por la unidad académica responsable del curso. La carga académica del alumno no podrá ser mayor de dos unidades de aprendizaje por periodo intersemestral. Estos cursos son autofinanciables y son sujetos a lo indicado en el Estatuto Escolar vigente.

4.2.15. Movilidad e intercambio estudiantil

Se refiere a las acciones que permiten incorporar a alumnos en otras IES nacionales o extranjeras, que pueden o no involucrar una acción recíproca. Como un tipo de movilidad se ubica el intercambio estudiantil, que permite incorporar alumnos y necesariamente involucra una acción recíproca. Esta modalidad favorece la adquisición de nuevas competencias para adaptarse a un entorno lingüístico, cultural y profesional diferente, al tiempo que fortalecen la autonomía y maduración de los alumnos (UABC, 2013).

La movilidad e intercambio estudiantil, es la posibilidad que tienen los alumnos de la Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, para cursar unidades de aprendizaje, realizar prácticas profesionales u otras actividades académicas en forma intrainstitucionales (entre programas, unidades académicas o DES) así como en otras instituciones de educación superior en el país o en el extranjero que puedan ser factibles de acreditar en forma de equivalencias, conversión o transferencia de créditos.

Las unidades académicas establecerán y promoverán los mecanismos para realizar esta actividad, creando estrategias y programas de intercambio y colaboración académica que permitan el logro de sus objetivos en materia de movilidad e intercambio estudiantil y académico tanto interna (entre unidades académicas) como externamente. En este apartado se especifican los mecanismos y acciones que se desarrollarán para fomentar vínculos con otras instituciones de educación superior, con el fin de generar y establecer programas formales para el tránsito y movilidad académica de los alumnos de la UABC.

La movilidad estudiantil intra universitaria se ha venido dando entre escuelas, facultades o institutos, compartiendo así los recursos materiales y humanos y permitiendo que un estudiante curse las unidades de aprendizaje donde mejor le convenga. Además, un estudiante puede participar en proyectos de investigación y desarrollo de otras unidades académicas acumulando créditos en otras modalidades de aprendizaje (ejercicios investigativos, por ejemplo).

Para la movilidad inter universitaria se buscarán convenios de colaboración con instituciones mexicanas y con instituciones extranjeras. Para participar en estos convenios los estudiantes son apoyados por el responsable de intercambio estudiantil de las unidades académicas, y son exhortados a participar en las convocatorias de movilidad estudiantil que se presenta cada periodo por parte de la Coordinación General de Cooperación Internacional e Intercambio Estudiantil de la UABC[4].

Las universidades con las que la UABC tiene convenios vigentes y se puede ~~n~~ impulsar la movilidad estudiantil del perfil de Bioingeniero son:

a. Universität Magdeburg, de Alemania.
b. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, de Argentina.
c. Montan Universität Leoben, de Austria.
d. École Nationale D´Ingenieurs Tarbes, de Francia.
e. Universidad Pontificia Bolivariana, de Colombia.
f. Burgas University Prof. Dr. Assen Zlatarov, de Bulgaria.
g. Escola de Engenhaira de Sao Carlos, da Universidade de Sao Paulo, de Brasil.
h. Universidad de Osijek, de Croacia.
i. Escola Universitaria Salesiana de Sarriá, de España.
j. State Center Community College District Fresno 1 Áreas Disponibles University California San Diego, de Estados Unidos

Algunos programas de movilidad con instituciones extranjeras utilizan el idioma inglés como una lengua común entre individuos con una lengua de origen diferente. Motivo por lo cual se establece la importancia de fortalecer esta lengua en el plan de estudios.

4.2.16. Servicio social comunitario y profesional

La UABC, con fundamentos en el Reglamento de Servicio Social vigente, obliga a los estudiantes de licenciatura a realizar el servicio social en dos etapas: comunitario y profesional. Con base en lo anterior, la Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de

[4] http://www.uabc.mx/cciia/

Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, deberá planear vínculos de colaboración con instancias externas a la Universidad, en campos de acción específicos relacionados con el plan de estudios de cada programa educativo que la constituyen.

Como se indica en el Reglamento de Servicio Social, los estudiantes podrán realizar su servicio social en cualquier entidad pública federal, estatal o municipal; en organismos públicos descentralizados, de interés social; en dependencias de servicios o unidades académicas de la Universidad; en fundaciones y asociaciones civiles, así como en instituciones privadas que estén orientadas a la prestación de servicios en beneficio o interés de los sectores marginados de la sociedad de Baja California, del país o de las comunidades mexicanas asentadas en el extranjero.

Los programas correspondientes al servicio social comunitario o primera etapa, tienen como objetivo beneficiar a la comunidad bajacaliforniana en primer término, fomentar en los estudiantes el espíritu comunitario y trabajo en equipo, y sobre todo, fortalecer la misión social de nuestra máxima casa de estudios. Esta etapa del servicio social consta de 300 horas y deberá realizarse en la etapa básica del programa educativo y antes de ingresar a la etapa disciplinaria.

Los programas de servicio social profesional o segunda etapa, se gestionan en la Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, a través de convenios con las instituciones públicas y privadas. Para ello, el programa considera 480 horas que estarán comprendidas en un periodo mínimo de seis meses y podrá realizarse una vez que se cubra el 60% de los créditos del programa. Las actividades desarrolladas en esta etapa fortalecen la formación académica, capacitación profesional del prestador de servicio social y fomentan la vinculación de la universidad con los sectores público social y productivo.

Además, en este programa educativo, mediante el servicio social profesional, se podrá obtener créditos asociados a la currícula, siempre que el proyecto se registre como parte de un PVVC.

La operación y evaluación del ejercicio del servicio social comunitario y profesional, estará sujeto a los procesos de asignación, supervisión, evaluación y

liberación.

En el proceso de ***Asignación***, será responsabilidad de las unidades académicas a través de un comité revisor, la aceptación de programas de servicio social y del responsable de servicio social, el aprobar la asignación de cada estudiante a dichos programas. La función del responsable de la unidad académica, es informar a las unidades receptoras de los dictámenes de los programas propuestos.

Para iniciar con un programa de servicio social, los alumnos deberán acreditar el Taller de Inducción al Servicio Social, obtener la asignación de la unidad académica responsable del programa y entregar a la unidad receptora la carta de asignación correspondiente.

Durante la ejecución del servicio social, el prestador debe estar obligatoriamente bajo la supervisión y evaluación de un profesional del área designado por la unidad receptora, el cual va a asesorar y evaluar su desempeño; validar los informes de actividades que elabore el prestador; e informar a la unidad académica de los avances y evaluaciones realizadas. Por su parte, el responsable de servicio social de la unidad académica, deberá recibir y aprobar los informes de las actividades realizadas por los prestadores de servicio social.

Es requisito que durante el proceso de ***Supervisión*** y ***Evaluación*** se considere el cumplimiento de los compromisos y plazos de ejecución previamente establecidos en el programa de servicio social registrado, en donde se describen las condiciones en las que realizará esta actividad.

El proceso de ***Acreditación*** y ***Liberación*** se realizará una vez que el estudiante entregue en tiempo y forma, al responsable de servicio social de la Facultad de Ingeniería Mexicali, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, los informes solicitados, debidamente avalados por el responsable de la unidad receptora. Después de la revisión de los informes, el responsable de servicio social procederá a registrar en el sistema institucional la liberación total o parcial de esta modalidad de aprendizaje

.

4.2.17. Lengua extranjera

El conocimiento de una lengua extranjera se considera parte indispensable de la formación de todo alumno y fue confirmado por los estudios diagnósticos, donde se identificó por parte de empleadores y egresados del programa educativo particular necesidad de dominio del inglés. Por ser el inglés la lengua dominante en el desarrollo científico y tecnológico de la profesión se vuelve indispensable para los estudiantes en las actividades asociadas a su aprendizaje en sus etapas de formación básica, disciplinaria y terminal. Además, el entorno local y regional del ejercicio profesional demanda interacción del ingeniero egresado en empresas y organizaciones de escalas globalizadas (UABC, 2018).

Por lo anterior, los alumnos que se encuentren cursando sus estudios de Ingeniería acreditarán el dominio de una lengua extranjera en su etapa de formación básica o disciplinaria. La acreditación de la lengua extranjera se puede hacer mediante una de las siguientes modalidades:

a) Quedar asignado al menos en el sexto nivel del examen diagnóstico de lengua extranjera aplicado por la Facultad de Idiomas de la UABC.

b) Constancia de haber obtenido por lo menos 72 puntos en el examen TOEFL-iBT, o por lo menos 531 puntos en el examen TOEFL-iTP, o al menos el nivel B2 del Marco Común Europeo de Referencia, o al menos el nivel 5.5 de IELTS, o su equivalente, con una vigencia no mayor a 2 años.

c) La acreditación del examen de egreso de lengua extranjera, que se aplica en la Facultad de Idiomas de la UABC.

d) La acreditación de las unidades de aprendizaje Inglés I e Inglés II, y de por lo menos dos unidades de aprendizaje disciplinarias obligatorias del plan de estudios impartidas en inglés por las propias Unidades Académicas.

e) Estancias internacionales autorizadas por la Unidad Académica, con duración mínima de tres meses en un país con lengua oficial distinto al español.

f) Haber acreditado estudios formales en lengua extranjera en instituciones educativas en México o en el extranjero, donde presente certificados de diplomados o estudios de media superior o superior.

g) Acreditar los cursos hasta el nivel 5 impartidos por la Facultad de Idiomas de la UABC.

El cumplimiento por parte del alumno en alguna de las opciones señaladas anteriormente dará lugar a la expedición de una constancia de acreditación de lengua extranjero emitida por la Unidad Académica o la Facultad de Idiomas de la UABC.

El alumno podrá optar por registrar asignaturas de una tercera lengua, distinto del inglés, ofertadas por la Facultad de Idiomas de la UABC para que le sean consideradas en su historial académico, las cuales se registran como optativas de etapa básica.

4.3. Titulación

La titulación es un indicador clave de la calidad y eficiencia de los programas educativos. La normatividad de la UABC contempla de manera amplia y detallada un reglamento que específica para todo estudiante que ha concluido un programa de formación profesional, los requisitos a cumplir para obtener el grado de licenciatura. Por esta razón, los egresados del programa Bioingeniero deberán observar en lo particular el procedimiento de titulación señalado en el Reglamento General de Exámenes Profesionales vigente, cumpliendo con los requisitos que marca el Estatuto Escolar vigente.

La Universidad está sumando esfuerzos para identificar áreas de oportunidad, diseñar e implementar estrategias que conlleven a incrementar la eficiencia terminal en sus diferentes programas educativos, impulsando así, las diversas modalidades de titulación contempladas en Estatuto Escolar, que a continuación se enlistan:

- Obtener la constancia de Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) aplicado por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, que

acredite el Índice CENEVAL Global mínimo requerido por la Universidad, al momento de su expedición, o su equivalente en otro examen de egreso que autorice el H. Consejo Universitario.

- Haber alcanzado al final de los estudios profesionales, un promedio general de calificaciones mínimo de 90.
- Haber cubierto el total de los créditos del plan de estudios de una especialidad o 50% de los créditos que integran el plan de estudios de una maestría, cuando se trate, en ambos casos, de programas educativos de un área del conocimiento igual o afín al de los estudios profesionales cursados.
- Comprobar, de conformidad con los criterios de acreditación que emita la unidad académica encargada del programa, el desempeño del ejercicio o práctica profesional, por un periodo mínimo acumulado de 2 años, contados a partir de la fecha de egreso.
- Aprobar el informe o memoria de la prestación del servicio social profesional, en los términos previstos por la unidad académica correspondiente.
- Presentar Tesis Profesional, la cual consiste en desarrollar un proyecto que contemple la aplicación del método científico para comprobar una hipótesis o supuesto según el abordaje metodológico, sustentándola en conocimientos adquiridos durante su desarrollo y presentándola con base en un guion metodológico establecido por la Facultad de Ingeniería Mexicali, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
- Titulación por proyecto, mediante la presentación de un informe producto de actividades de vinculación con la sociedad, siempre que formen parte de un PVVC debidamente registrado.
- Los egresados de programas educativos que han sido reconocidos como programas de calidad por algún organismo acreditador o evaluador como COPAES o CIEES podrán optar por la titulación automática.

4.4. Requerimientos y mecanismos de implementación

4.4.1. Difusión del programa educativo

La Facultad de Ingeniería Mexicali, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas cuentan con un responsable de difusión, quien realiza la divulgación y la promoción de las diversas actividades que se llevan a cabo al interior de las unidades académicas o de la institución. En ese sentido, la difusión del programa educativo se llevará a cabo mediante diferentes mecanismos, tales como la página web oficial de la Facultad de Ingeniería Mexicali, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas[5], redacción, edición y/o publicación de notas de divulgación de la ciencia por distintos medios, tales como la Gaceta Universitaria[6], periódicos de circulación local; elaboración de diversos recursos audiovisuales compartidos en los diferentes medios; boletines informativos de la Facultad de Ingeniería Mexicali, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas; visitas y reuniones con empleadores privados y gubernamentales, y egresados; promoción en instituciones de educación media superior; entre otras.

4.4.2. Descripción de la planta académica

Facultad de Ingeniería, Mexicali.

La planta académica que atiende el programa educativo está conformada por 23 profesores, de los cuales 8 son Profesores de Tiempo Completo (PTC) y 15 Profesores de Asignatura. El número y grado académico de los profesores, se muestra en las Tablas 5, 6 y 7.

[5] http://ingenieria.mxl.uabc.mx/pe_ibi/
http://fiad.uabc.mx/planes/bioingenieria/index.php
http://citecuvp.tij.uabc.mx/mision-y-vision/
[6] http://gaceta.uabc.edu.mx

Tabla 5. *Integración de la planta docente por grado académico.*

Grado	Cantidad
Doctorado	13
Maestría	7
Especialidad	1
Licenciatura	2
Total	23

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. *Perfil de la planta docente de tiempo completo.*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
26863	García Gallegos Juan Carlos	Ingeniería en Biónica, Maestría en Tecnología Avanzada, Doctorado en Ingeniería Química	Universidad de Alicante, España. Posdoctorado en la Universidad Federal de Pernambuco, Brasil.
24531	Herrera Martínez Aseneth	Ingeniero Bioquímico en Alimentos, Maestra en Ciencias en Biotecnología, Doctora en Ciencias en la especialidad de Biotecnología	CINVESTAV-IPN. Estancia Posdoctoral en Universidad de Arizona, Estados Unidos.
24204	**Solis Domínguez Fernando Amilcar**	**Ingeniero Biotecnólogo, Maestro en Ciencias en Edafología, Doctor en Ciencias en Biotecnología**	CINVESTAV-IPN, México, D.F. y estancia Post-Doctoral. Universidad de Arizona en E.U.A.
15290	Norzagaray Plasencia Susana	Ingeniero Bioquímico, Maestría en Ingeniería Termodinámica	**Instituto de Ingeniería UABC**
28157	López Izquierdo Angélica	Química Farmacobióloga, Maestra en Ciencias Fisiológicas, Doctora en Ciencias Fisiológicas	**Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima. Estancia posdoctoral en Universidad de Utah en Salt Lake City, Utah, Estados Unidos.**

Tabla 6. *Perfil de la planta docente de tiempo completo (continuación).*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
22012	López Avitia Roberto	Ingeniero Electrónico, Maestría en Ingeniería Eléctrica-Bioelectrónica, Doctorado en Ingeniería	Tecnológico Nacional de México en Mexicali. CINVESTAV-IPN. UABC
22448	Soto Tapiz Mónica Isabel	Licenciado en Física, Doctor en Ciencias de la Ingeniería	Licenciatura en UNISON- Hermosillo, Doctorado en Instituto de Ingeniería UABC
7550	Bravo Zanoguera Miguel Enrique	Ingeniero Mecánico-Electricista (especialidad en electrónica), Maestría en Ingeniería Eléctrica, Doctorado en Bioingeniería	Universidad de California, en San Diego E.U.A.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. *Perfil de la planta docente de asignatura.*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
10187	Reyna Carranza Marco Antonio	Ingeniero Mecánico-Eléctrico, Maestría en Ingeniería Biomédica, Doctorado en Ingeniería Industrial en Bioingeniería	Universidad Politécnica de Cataluña, España
7378	**Rivas López Moisés**	**Ingeniero Mecánico-Electricista, Maestría en Ingeniería de Sistemas, Doctorado en Ciencias de la Ingeniería**	UABC Instituto de Ingeniería
25561	Iñiguez Monroy César Lozano	Ingeniero Químico, Maestro en Ciencias en Ingeniería Química, Doctor en Ingeniería	**Universidad de Guadalajara. UABC Instituto de Ingeniería**
26864	Aguilar Grajales Jhonny	Ingeniero Electrónico, Maestría en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica de la sección de Bioelectrónica.	**Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional**

Tabla 7. *Perfil de la planta docente de asignatura (continuación).*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
26381	Pulido Capiz Ángel Armando	Licenciado en Biología, Maestría en Ciencias de la Salud	UABC Facultad de Medicina.
14354	Rafael Villa Angulo	Ingeniero Mecánico Electricista con Especialidad en Electrónica, Maestría en Ciencias de la Computación, Doctor en Filosofía (Bioinformática)	George Mason University. Estados Unidos de Norte América
22855	Nevárez Alarcón Sandra Luz	Ingeniero Químico	Universidad Autónoma de Baja California
27703	Hernández Luna Ricardo Arcadio	Lic. Ingeniería en Química, Esp. Ambiental	Instituto Tecnológico de Mexicali, México
27117	Avalos Gallardo Edgar Gerardo	LIC Ingeniería electrónica, ESP. en Tecnotrónica MAE. Máster en Ingeniería Biomédica	Universidad Politécnica de Valencia, España
19657	Martínez Alvarado Luis Arturo	LIC. Ing. Electrónica Mae. Maestro en ciencias en Ingeniería Eléctrica, Diseño Electrónico DOC. Doctor en ciencias en Ingeniería Electrónica.	Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona España
12411	**Reyes López Jaime Alonso**	**LIC. Ingeniero Geofísico ESP. Especialista Universitario en Hidrogeología MAE. M.C. especialidad en Geofísica Aplicada**	CICESE, México
26274	López Vilchis Edson Alonso	Lic. en Contaduría Mae. MBA Recursos Humanos	**CETYS Universidad, Mexicali, México**
27699	Rangel González María Guadalupe	LIC. Ingeniería Química Ambiental, MAE. Maestría en Ciencias en Biotecnología	**Universidad Autónoma de Baja California**
27089	Becerra Buenrostro José Luis	Bioingeniero	**Universidad Autónoma de Baja California**
10348	**Cortes Rodríguez Edna Alicia**	**Lic. Biología, MAE. Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, DOC. Planeación y Desarrollo Sustentable.**	**Facultad de Ciencias, UABC**

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que en el programa de Bioingeniero en la Facultad de Ingeniería en Mexicali, se cuenta con tres cuerpos académicos cuyas aportaciones a la ciencia benefician al programa educativo y a la formación de los estudiantes en las áreas de Biotecnología e Ingeniería Biomédica.

Cuerpos Académicos para el programa educativo en la Facultad de Ingeniería Mexicali

UABC-CA-302 Bioingeniería y Sistemas Electroquímicos
Miembros integrantes del CA:

- Soto Tapiz Mónica Isabel
- García Gallegos Juan Carlos (Líder)
- Martínez Alvarado Luis Arturo

UABC-CA-114 Bioingeniería y Salud Ambiental
Miembros integrantes del CA:

- López Avitia Roberto
- Bravo Zanoguera Miguel Enrique
- Reyna Carranza Marco Antonio (Líder)

UABC-CA-234 Biotecnología y Cuidado Ambiental

- Miembros integrantes del CA:
- Solís Domínguez Fernando Amílcar
- Herrera Martínez Aseneth (Líder)
- Romero Hernández Socorro

Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.

La planta académica que atiende el programa educativo está conformada por 31 profesores, de los cuales 6 son Profesores de Tiempo Completo (PTC) y 25 Profesores de Asignatura. De los PTC el 50% (3-PTC) cuenta con reconocimiento SNI y el 83% (5-PTC) cuentan con perfil deseable. El número y grado académico de los profesores, se muestra en las Tablas 8, 9 y 10.

Tabla 8. *Integración de la planta docente por grado académico.*

Grado	Cantidad
Doctorado	15
Maestría	10
Licenciatura	6
Total	31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. *Perfil de la planta docente de tiempo completo.*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
10507	López Bonilla Oscar Roberto	Ingeniería en Electrónica, Maestría en Ciencias en Electrónica y Telecomunicaciones, Doctorado en Ingeniería Eléctrica	Universidad Estatal de Nueva York
18355	Flores Gutiérrez Dora Luz	Ingeniería en Computación, Maestría en Ciencias con especialidad en Sistemas Digitales, Doctorado en Ciencias	Universidad Autónoma de Baja California
19614	Gómez Gutiérrez Claudia Mariana	Licenciatura en Oceanología, Maestría en Ciencias con orientación en Biotecnología Marina, Doctorado en Ciencias en Oceanografía Costera	**Universidad Autónoma de Baja California**
24096	Villarreal Sánchez Rubén César	Ingeniería Química, Doctorado en Ciencias en Física de Materiales	**Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California**

Tabla 9. *Perfil de la planta docente de tiempo completo (continuación).*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
24466	Cervantes Vázquez David	Químico Industrial, Maestría en Ciencias en Física de Materiales, Doctorado en Ciencias en Física de Materiales	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California
26228	Luque Morales Priscy Alfredo	Ingeniería Química, Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales, Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales	Universidad Nacional Autónoma de México

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. *Perfil de la planta docente de asignatura.*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
2203	Macías Zamora José Vinicio	Licenciatura en Oceanología, Doctorado en Química	Universidad de California en San Diego (UCSD) - Universidad Estatal de San Diego (SDSU)
15001	Manzanarez Ozuna Edgar	Licenciatura en Computación, Maestría en Tecnologías de la Información Y Comunicación, Doctorado en Ciencias	Universidad Autónoma de Baja California
15293	Telles Hirsh Octavio	Licenciatura en Oceanografía, Especialidad en Administración de Recursos Marinos	Universidad Autónoma de Baja California
17192	Adame Monrreal Miguel Ángel	Licenciatura en Oceanología	**Universidad Autónoma de Baja California**
20745	Riesgo Tirado María Hortensia	Licenciatura en Física, Maestría en Ciencias en Astronomía	**Universidad Nacional Autónoma de México**
22470	Castillo Arando Josué Ernesto	Ingeniero en Electrónica, Maestría en Ciencias en Optoelectrónica	**Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California**

Tabla 10. *Perfil de la planta docente de asignatura (continuación).*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
23093	Olivares Bañuelos Tatiana Nenetzen	Químico Famacéutico Biólogo, Maestría en Biología Celular, Doctorado en Ciencias Biomédicas	Universidad Nacional Autónoma de México
23972	Ramírez Fuentes Ángel	Ingeniería en Electrónica	Instituto Tecnológico de Ensenada
24156	Magdaleno Moncayo Dante Alberto	Licenciatura en Biología, Maestría en Biotecnología Marina, Doctorado en Ecología Molecular y Biotecnología	Universidad Autónoma de Baja California
24886	Torres Carranza Héctor	Ingeniería Electromecánica	Instituto Tecnológico de Ensenada
25279	López Rodríguez Haydee	Licenciatura en Biología, Maestría en Biotecnología Marina, Doctorado en Ecología Molecular y Biotecnología	Universidad Autónoma de Baja California
25547	Sandoval López Aarón	Licenciatura en Contaduría Pública, Maestría en Administración Pública	Universidad Autónoma de Baja California
26141	Ortiz Mendoza Alejandra	Médico Cirujano, Maestría en Salud Ambiental	Universidad Autónoma de Guadalajara
26442	Victoria Peralta Pedro Antonio	Médico Cirujano, Maestría en Ciencias en Diagnóstico Molecular	Universidad de Nottinham (Reino Unido)
26668	Villavicencio Moreno Joaquín Heriberto	Ingeniería en Electrónica	Universidad Autónoma de Baja California
26861	Girón Vázquez Nayeli Guadalupe	Licenciatura en Biología, Maestría en Ciencias de la Salud	Universidad Autónoma de Baja California
27083	Bustamante Ríos Andrea	Licenciatura en Administración de Empresas, Maestría en Administración con énfasis en Finanzas	Universidad Autónoma de Baja California
27637	Jiménez Urias Blanca Estrella	Químico Farmaco-Biólogo	Universidad Autónoma de Baja California
27638	Carrillo Fuentes Miriam Patricia	Licenciatura en Física, Maestría en Ciencias con especialidad en Óptica	**Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California**
27701	Evangelista Hernández Viridiana	Licenciatura en Química, Maestría en Ciencias en Física de Materiales, Doctorado en Ciencias en Física de Materiales	**Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California**

Tabla 10. *Perfil de la planta docente de asignatura (continuación).*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
27953	Murrieta Rico Fabian Natanael	Ingeniería en Mecatrónica, Maestría en Ingeniería Electrónica, Doctorado en Ciencias en Física de Materiales	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California
27986	Abundiz Pérez Fausto	Ingeniería en Electrónica, Maestría en Ingeniería, Doctorado en Ciencias	Universidad Autónoma de Baja California
28450	Guerra Rosas Esperanza	Ingeniería en Sistemas Computacionales, Maestría en Ciencias en Ingeniería Electrónica, Doctorado en Ciencias Físicas	Universidad de Sonora
28478	Topete Martínez Sara	Licenciatura en Oceanología, Maestría en Oceanografía Costera	Universidad Autónoma de Baja California
29040	Núñez Zarco Estrella Azalia	Licenciatura en Oceanología, Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas	Universidad Autónoma de Baja California

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que en el programa de Bioingeniero en la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño en Ensenada, se cuenta con cuerpos académicos cuyas aportaciones a la ciencia benefician al programa educativo y a la formación de los estudiantes en las áreas de Biotecnología e Ingeniería Biomédica.

Cuerpos Académicos para el programa educativo.

“Bioingeniería Integral” con registro UABC-CA-246 que atenderá la investigación y generación de conocimiento en el área de procesos biotecnológicos para la protección y restauración de la calidad del ambiente, así como el estudio e investigación de los procesos fisiopatológicos de las interacciones moleculares para entender el comportamiento dinámico de organismos.

Los miembros que integran el CA son:

- Dra. Dora Luz Flores Gutiérrez (Líder)
- Dr. David Cervantes Vázquez
- Dr. Franklin Muñoz Muñoz

“Modelado y Biosíntesis de Materiales” con registro UABC-CA-297 que atenderá la investigación y generación de conocimiento orientado al desarrollo e innovación en sistemas nano estructurados con aplicaciones tecnológicas e industriales.

Los miembros que integran el CA son:

- Dr. Priscy Alfredo Luque Morales (Líder)
- Dra. Claudia Mariana Gómez Gutiérrez
- Dr. Rubén César Villarreal Sánchez

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

La planta académica que atiende el programa educativo está conformada por 28 profesores, de los cuales 7 son Profesores de Tiempo Completo (PTC) y 21 Profesores de Asignatura. De los PTC el 14% (1-PTC) cuenta con reconocimiento SNI y el 100% (7-PTC) cuentan con perfil deseable. El número y grado académico de los profesores, se muestra en las Tablas 11, 12 y 13.

Tabla 11. *Integración de la planta docente por grado académico.*

Grado	Cantidad
Doctorado	8
Maestría	12
Licenciatura	8
Total	28

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. *Perfil de la planta docente de tiempo completo.*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
17744	Álvarez Andrade Adriana.	Licenciatura en Biología, Maestría en Administración Ambiental.	Colegio de la Frontera Norte.
23189	Iglesias Ana Leticia.	Ingeniería Bioquímica, Doctorado en Química.	Centro de graduados, Instituto Tecnológico de Tijuana.
23424	Medina Castro Paul.	Ingeniera en Electrónica, Maestría en Ciencias con orientación en electrónica, Doctorado en Ciencias con orientación electrónica.	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
23640	Villareal Gómez Luis Jesús.	Licenciatura en Química-Biología, Maestría en Ciencias con orientación en Biotecnología, Doctorado en Ciencias con orientación Biotecnología.	Universidad Autónoma de Baja California.
24131	Barboza Tello Norma Alicia.	Ingeniera en Electrónica, Maestría en Ciencias con orientación en Óptica, Doctorado en Ciencias con orientación en Óptica.	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
24320	Díaz Hernández Miguel Alejandro.	Ingeniera en Electrónica, Maestría en Ciencias con orientación en bioelectrónica.	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional.
26053	Colores Vargas Juan Miguel.	Ingeniera en Electrónica, Maestría en Ciencias con orientación en Sistemas Digitales, Doctorado en Electrónica y Telecomunicaciones.	Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. *Perfil de la planta docente de asignatura.*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
26526	Basaldúa Ocampo German.	Ingeniería Biomédica, Maestría en Administración.	Instituto Tecnológico de Tijuana.
26595	Munguía Pérez Diana Lizeth.	Ingeniería Bioquímica.	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.
18604	Guerrero Moreno Roberto Javier.	Licenciatura en Física, Maestría en Ciencias con Orientación en Física, Doctorado en Ciencias con Orientación en Física de los Materiales.	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
23189	Parra Méndez Sergio.	Ingeniera Bioquímica, Especialidad en Ingeniería Ambiental.	Instituto Tecnológico de Tijuana.
27599	Mérida Rubio Jovan Oseas.	Ingeniera en Electrónica, Maestría en Ciencias con orientación en Sistemas Digitales, Doctorado en Electrónica y Telecomunicaciones.	Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional.
26683	Cárdenas Maciel Martha Roció	Ingeniería en Sistemas Computacionales, Maestría en Ciencias con orientación en Sistemas Digitales.	Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, Instituto politécnico Nacional.
27642	Flores Leyva Rafael.	Ingeniería en Biotecnología.	Instituto Tecnológico de Sonora.
24501	Rosel Solís Manuel Javier.	Ingeniería Industrial, Maestría en Ciencias con Orientación en Diseño y Procesos de Manufactura.	Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, Instituto politécnico Nacional.
25102	Valenzuela García Martha María.	Licenciatura en Biología.	Universidad Autónoma de Sinaloa.
25020	Pérez González Graciela Lizeth	Licenciatura en Química-Biología, Maestría en Ciencias Químicas e Ingeniería.	Universidad Autónoma de Baja California.
27504	Sánchez Lagarda Francisco Álvaro.	Licenciatura en Medicina.	Universidad Autónoma de Baja California.
26973	Candolfi Arballo Mayra	Licenciatura en Biología, Maestría en Ciencias con Orientación en Biotecnología.	Universidad Autónoma de Baja California.
24310	**Núñez Valenzuela Ernesto.**	**Ingeniero en Electrónica, Maestría en Ciencias con orientación en Sistemas Digitales.**	Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, Instituto politécnico Nacional.

Tabla 13. *Perfil de la planta docente de asignatura (continuación).*

No. Empleado	Nombre	Licenciatura y posgrado que ha cursado	Institución de egreso (último grado de estudios)
28019	Espinoza Méndez Karina Rosario	Licenciatura en Informática, Maestría en Sistemas Informáticos.	Universidad de Occidente.
27237	Martínez Escárcega Alejandro Cruz.	Ingeniería en Procesos Industriales con Orientación en Manufactura.	Universidad Tecnológica de Tijuana.
27333	Márquez Castillo Juan Bautista.	Ingeniería en Electromecánica.	Centro de graduados, Instituto Tecnológico de Tijuana.
24696	Pompa Monroy Daniela Alejandra.	Bioingeniería, Maestría en Ciencias con Orientación en Ecología Molecular y Biotecnología.	Universidad Autónoma de Baja California.
29145	Torres Martínez Erick José.	Bioingeniería.	Universidad Autónoma de Baja California.
24662	Navarro Torres José.	Ingeniera en Electromecánica, Maestría en Ciencias con orientación en Diseño Mecánico.	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico.
19153	Chávez Moreno Edgar Armando.	Ingeniería Industrial, Maestría en Administración, Doctorado en Ciencias Administrativas.	Universidad Autónoma de Baja California.
24497	Ramírez Arias Francisco Javier.	Ingeniera en Electrónica, Maestría en Ciencias con orientación en Sistemas Digitales.	Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, Instituto politécnico Nacional.

Fuente: Elaboración propia.

En la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas se cuenta con dos cuerpos académicos que sus aportaciones a la ciencia benefician al programa educativo y a la formación de los estudiantes, en las áreas de Biotecnología e Ingeniería Biomédica del plan de estudios.

Cuerpos Académicos para el programa educativo.

“Bioingeniería Aplicada” con registro UABC-CA-192 que atenderá la investigación y generación de conocimiento en temas de química y biotecnología.

Los miembros que integran el CA son:

- Dra. Ana Leticia Iglesias (Líder).
- Dr. Luis Jesús Villareal Gómez.
- Dr. Luis Enrique Gómez Pineda.

“Instrumentación eléctrica y electrónica” con registro UABC-CA-195 que atenderá la investigación y generación de conocimiento en el área de instrumentación electrónica y manejo de señales para el programa educativo Bioingeniero.

Los miembros que integran el CA son:

- Dra. Norma Alicia Barboza Tello (Líder).
- Dr. Allen Alexander Castillo Barrón.
- M.C. Miguel Alejandro Díaz Hernández.
- M.C. Irma Uriarte Ramírez.

4.4.3. Descripción de la infraestructura, materiales y equipo de la unidad académica

Facultad de Ingeniería, Mexicali.

Aulas

Para la impartición de clases teóricas, la Facultad de Ingeniería (FIM) dispone de un edificio central de cuatro niveles con 59 aulas, así como de 16 aulas en un edificio anexo, dando un total de 75 aulas. Estas aulas son compartidas entre los programas educativos que se imparten en la FIM, atendiendo una población aproximada de 4,585 alumnos. En las tablas 14 y 15 se muestra la distribución de aulas por nivel del edificio central, la capacidad de cada aula y el equipamiento audiovisual que presenta:

Tabla 14. *Características de las aulas de la Facultad de Ingeniería.*

PRIMER NIVEL		
SALÓN	**CAPACIDAD**	**TIPO**
101	42	AULA
102	42	AULA
103	32	AULA
104	35	ASESORIAS
105	46	USOS MÚLTIPLES
106	35	USOS MÚLTIPLES
107	35	AULA
108	42	AULA
109	32	AULA
110	32	AULA
111	28	AULA
112	28	AULA
113	25	POSGRADO
114	35	AULA
AULA MAGNA	108	AULA

SEGUNDO NIVEL		
SALÓN	**CAPACIDAD**	**TIPO**
201	42	MA
202	42	MA
203	30	MA
204	32	MA
205	32	AULA
206	35	AULA
207	42	AULA
208	42	AULA
209	42	AULA
210	31	AULA
211	32	AULA
212	32	AULA
213	30	AULA
214	42	AULA
215	42	AULA
216	34	AULA
217	35	AULA
218	35	AULA
219	35	AULA

(MA)= Medios audiovisuales	4
Asignadas por Dirección	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. *Características de las aulas de la Facultad de Ingeniería.*

TERCER NIVEL		
SALÓN	**CAPACIDAD**	**TIPO**
301	35	AULA
302	67	AUDIOVISUAL
303	66	AUDIOVISUAL
304	42	MA
305	42	MA
306	31	MA
307	32	MA
308	32	MA
309	42	PI
310	28	MA
311	43	PI
312	34	AULA
313	35	AULA
314	42	PI
315	35	MA

CUARTO NIVEL		
SALÓN	**CAPACIDAD**	**TIPO**
401	42	MA
402	42	MA
403	42	MA
404	42	AULA
405	42	AULA
406	42	AULA
407	35	AULA
408	42	MA
409	42	MA
410	42	MA
411	48	MA
412	41	MA
413	43	MA
414	34	AULA
415	35	AULA
416	35	AULA
417	35	AULA

(PI)= Pizarrón inteligente	
(MA)= Medios audiovisuales	4
Asignadas por Dirección	4

Fuente: Elaboración propia.

La asignación de las aulas de clase es llevada a cabo por el personal de Recursos Humanos, quienes, en colaboración con cada Responsable de Programa Educativo, se aseguran de satisfacer la demanda de espacios con las capacidades y equipamientos requeridos por las diversas unidades de aprendizaje. Cabe mencionar que la asignación de espacios puede ser modificada durante el semestre para responder a las necesidades que pudieran surgir, por ejemplo, alumnos que se inscriben en período de reajustes, lesión de algún alumno o profesor, embarazo, condición de salud, operaciones de mantenimiento en instalaciones, etc.

Los laboratorios y talleres cumplen con los estándares establecidos por el CACEI. CACEI en su Marco de Referencia 2018 en el Contexto Internacional, establece que todos los programas de Ingeniería deben cumplir con un Laboratorio de Física y un Laboratorio de Química. Estos laboratorios se encuentran físicamente en el Edificio del Laboratorio de Ciencias Básicas de la FIM, el cual es de un nivel, cuenta con una

superficie de 1,066 m^2 y una ocupación normal entre sus laboratorios y audiovisual de 300 personas. En la tabla siguiente se muestra las características del edificio.

El Laboratorio de Física está constituido por tres espacios equipados para atender las prácticas de laboratorio de las Unidades de Aprendizaje de: Estática, Dinámica y Electricidad y Magnetismo. Por su parte, el laboratorio de Química cuenta con dos áreas equipadas con la infraestructura para atender las prácticas de laboratorio de la Unidad de Aprendizaje de Química General.

Tabla 16. *Características de Laboratorio de Ciencias Básicas.*

EDIFICIO C - LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS	
CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN	
Cimentación	Cimentación de zapatas aisladas y trabes de liga de concreto armado.
Estructura	Columnas de concreto armado y tijerales metálicos (configuración regular/planta rectangular).
Piso	Losa plana de concreto armado + loseta de cerámica.
Cubierta	Tijerales y lámina metálica con impermeabilización.
Muros exteriores	Block de concreto con aplanado cemento, arena y pintura.
Muros interiores	Muros divisorios fabricados con bastidor galvanizado y hojas de yeso.
Instalación hidrosanitaria	Para unidad de baños y en laboratorios / Hidráulica (PVC y cobre) / Sanitara (ABS) / Tubería oculta.
Instalación eléctrica	Canalizaciones ocultas / Luminarias con lámparas fluorescentes tubulares empotradas en plafón reticular.
Aire acondicionado	Manejadoras de aire (conectadas a sistema de chillers).
Antigüedad	30 años
Condiciones	Edificio en buenas condiciones de ocupación. Daños moderados de tipo no estructural producidos por sismo de M7.2 (abril-2010).

Fuente: Elaboración propia.

Las prácticas de laboratorio que se llevan a cabo en las instalaciones de Ciencias Básicas se encuentran disponibles en formato digital a través del portal de la FIM, en la sección de Manuales de Laboratorio. Todo alumno de UABC puede entrar y descargar los documentos utilizando su cuenta de correo oficial de UABC. En el caso de Química General, en la primera práctica de laboratorio se atienden las principales cuestiones de seguridad e higiene que los alumnos deberán respetar durante el

desarrollo de sus prácticas. A continuación, se describe el equipamiento del Laboratorio de Física en sus respectivas subdivisiones:

Tabla 17. *Equipo de Laboratorio de Estática.*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Marcos de Referencia	5
2	Juegos de Pesas de 1 N de c/u 10 N	10
3	Juegos de Pesas de 1 N de c/u 2350 N (DORADAS)	5
4	Flexómetros	5
5	Plano Inclinado	4
6	Poleas Locas	10
7	Poleas polipasto	10
8	Polea móvil	10
9	Polea con ajuste	10
10	Tensores de ajuste	5
11	Hilos	10
12	Dinamómetros 5N, 20N|	5
13	Viga	5
14	sujetador	5
15	Llaves "L"	2
16	Aros o ganchos	5
17	Mesa de fuerzas	4
18	Figuras de madera	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. *Equipo de Laboratorio de Dinámica.*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Cronómetros	4
2	Banderas	4
3	Rieles con compresor de aire	4
4	Disparador	4
5	Sensores ópticos	4
6	Hilos	4
7	Juegos de pesas de 1 N con base 10N c/u	4
8	Porta pesas	4
9	Flexómetros	4
10	Juego de Pesas doradas	4

Tabla 18. *Equipo de Laboratorio de Dinámica (continuación).*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
11	Impulsor	4
12	Disparador manual	4
13	Reloj básico	4
14	Dinamómetros	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. *Equipo de Laboratorio de Electricidad y Magnetismo 1.*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Pantalla Da-Lite	1
2	Cañón de video	1
3	Alambre Constantan ,0.98 ./M 0,4 50M	5
4	Núcleo U, Laminado:	5
5	Alambre de Hierro 0.5 50M	1
6	Fuentes de poder Marca Extrech Modelo 382203	5
7	Capacitor de placas paralelas	5
8	Caimanes (Caimán-Caimán)	40
9	Conectores de banana caimán	20
10	Juego de Motor/Generador Eléctrico	5
11	Iman U, Grande	5
12	Bobinas de Inducción:	5
13	Medidores de Capacitancia Variable	5
14	Conductores y no conductores I=50 mm	5
15	Imán en forma de Varilla I=72mm	5
16	Protoboard 4 Líneas	20
17	Capacitores electrolíticos Variables	5
18	Kit de Resistencias con 50 piezas cada uno	50
19	Potenciómetros 1 k, 10K , 100K	50
20	Imanes (n)	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. *Equipo de Laboratorio de Electricidad y Magnetismo 2.*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
21	Imanes (s)	5
22	Núcleo de Hierro D=40 mm H=25 mm	1
23	Juego de equipamiento para líneas equipotenciales.	5
24	Máquina de Wimshurst	4
25	Diodo emisor de luz	10

Fuente: Elaboración propia.

Los dos laboratorios de Química cuentan con el equipamiento descrito en las siguientes tablas. Cabe mencionar que ambos laboratorios cuentan con una regadera de emergencia y lavaojos, así como señalización de seguridad propia de un laboratorio.

Tabla 21. *Equipo de Laboratorio de Química General 1.*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Equipo auxiliar de audiovisual	1
2	Balanza granataria	5
3	Probeta 50 ml	5
4	Vidrios de reloj	5
5	Micrómetro o vernier	5
6	Vaso de precipitados 100 ml	5
7	Probeta 100 ml	5
8	Probeta 500 ml	5
9	Pipeta 10 ml	5
10	Pipeta 5 ml	5
11	Pipeta 1 ml	5
12	Pipeta de tres vías	5
13	Bureta 25 ml	5
14	Matraces de Erlenmeyer 125 ml	5
15	Soporte universales con pinza para bureta	5
16	Vaso de precitados 100 ml	5
17	Vaso de precipitado 250 ml	5
18	Espátula	5
19	Piseta	5
20	Probeta de 25 ml	5
21	Matraz Volumétrico de 10 ml	5

Tabla 21. *Equipo de Laboratorio de Química General 1 (continuación).*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
22	Matraz volumétrico de 125 ml	5
23	Embudo de vidrio	5
24	Tubos de ensayo	5
25	Pipetor o propipeta	5
26	Probeta de 50 ml	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. *Equipo de Laboratorio de Química General 2.*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Equipo auxiliar de audiovisual	1
2	Balanza granataria	5
3	Probeta 50 ml	5
4	Vidrios de reloj	5
5	Micrómetro o vernier	5
6	Vaso de precipitados 100 ml	5
7	Probeta 100 ml	5
8	Probeta 500 ml	5
9	Pipeta 10 ml	5
10	Pipeta 5 ml	5
11	Pipeta 1 ml	5
12	Pipeta de tres vías	5
13	Buretas 25 ml	5
14	Matraces de Erlenmeyer 125 ml	5
15	Soporte universales con pinza para Bureta	5
16	Vaso de precitados 100 ml	5
17	Vaso de precipitado 250 ml	5
18	Espátula	5
19	Piseta	5
20	Probeta de 25 ml	5
21	Matraz Volumétrico de 10 ml	5
22	Matraz volumétrico de 125 ml	5
23	Embudo de vidrio	5
24	Tubos de ensayo	5
25	Pipetor o propipeta	5
26	Probeta de 50 ml	5

Fuente: Elaboración propia

En los laboratorios de Ciencias Básicas también se encuentran disponibles 4 laboratorios de Programación, cada uno de los cuales presenta el mismo equipamiento descrito en la tabla. También se presenta el compendio de software y herramientas de cómputo con que disponen.

Tabla 23. *Equipo de Laboratorio de Programación A, B, C y D.*

N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Cañón de computadora	1
2	Pantalla Elite	1
3	Computadoras	16
4	Laptop	2
5	Sillas	19
6	Mesas de trabajo	18

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. *Software de Laboratorio de Programación A, B, C y D.*

Nombre del Software	Licencia	Cantidad	Descripción de la Licencia	Fecha de vencimiento
Matlab 2014	Educación	72	versión 2014a	Perpetua
Visual Studio 2012	Educación	72	Licencia Msn 2012	Lic. Vitalicia
Windows 7 update w.10	Profesional	72		Perpetua
Windows 8	Profesional	40		Perpetua
Adobe Reader 9	Lectura	112	Software LIBRE	open
Open Ofices 4.5		72	Software LIBRE	open
geogebra		72	Software LIBRE	open
7-zip		112	Software LIBRE	open
Tracker		8	Software LIBRE	open
Gloogle Chrome	Navegador	112	Software LIBRE	open

Fuente: Elaboración propia

De manera específica CACEI no señala los requerimientos mínimos de los laboratorios del "Área 4 Bioingenierías", sin embargo, analizando los Contenidos Mínimos para los Programas de Ingeniería de dicha área y la infraestructura mínima de otros programas de Ingeniería, el PE de Bioingeniero cuenta con un edificio de laboratorios con los espacios, infraestructura y equipamiento necesario para que los alumnos desarrollen los conocimientos y destrezas a través de sesiones de laboratorio o actividades de taller de las siguientes áreas de conocimiento: Fisicoquímica, Bioquímica, Microbiología, Química Orgánica, Química Analítica, Biología Molecular, Bioinstrumentación, Instrumentación Biomédica y Diseño y manufactura.

Estas prácticas se llevan a cabo en el edificio del Campus II de la FIM, que corresponde al Laboratorio de Bioingeniería, el cual tiene una extensión superficial de 565 m^2 y una ocupación normal de 250 personas. En la tabla siguiente se muestran sus características.

Tabla 25. *Características del Laboratorio de Ingeniería.*

EDIFICIO M (200) - LABORATORIO DE BIOINGENIERÍA	
CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN	
Cimentación	Zapatas lineales de concreto armado.
Estructura	Muros de carga de mampostería reforzada en combinación con columnas de concreto armado.
Piso	Losa plana de concreto armado + loseta de cerámica.
Cubierta	Cubierta con tijerales y hojas de madera con impermeabilización tradicional de cartón arenado.
Muros exteriores	Muros falsos con aplanado de mortero cemento-arena y pintura.
Muros interiores	Muros divisorios con bastidores de canaleta y hojas de yeso.
Instalación hidrosanitaria	Para unidad de baños / hidráulica (PVC y cobre) / Sanitaria (ABS) / Tubería oculta.
Instalación eléctrica	Canalizaciones semiocultas / luminarias con lámparas fluorescentes tubulares empotradas en plafón.
Aire acondicionado	Equipos *A/C Schiller* y paquete con ductería estándar aislada.
Antigüedad	5 años
Condiciones	Edificio en buen estado, construido en 2014.

Fuente: Elaboración propia

Actualmente, el edificio de los Laboratorios de Bioingeniería forma parte de la primera etapa de proyecto sobre la construcción del conjunto de 3 edificios de 3 niveles. Internamente el Laboratorio de Bioingeniería se divide en las siguientes subáreas de actividad docente:

- Lab. de Bioprocesos
- Lab. Análisis Fisicoquímicos de Biosistemas (1 y 2)
- Lab. de Biotecnología
- Lab. de Microbiología
- Lab. de Cultivo de Tejidos
- Lab. de Instrumentación Biomédica
- Área de Microscopía
- Área de Esterilización
- Área de Maquinado
- Área Comunitaria
- Sala de Usos Múltiples

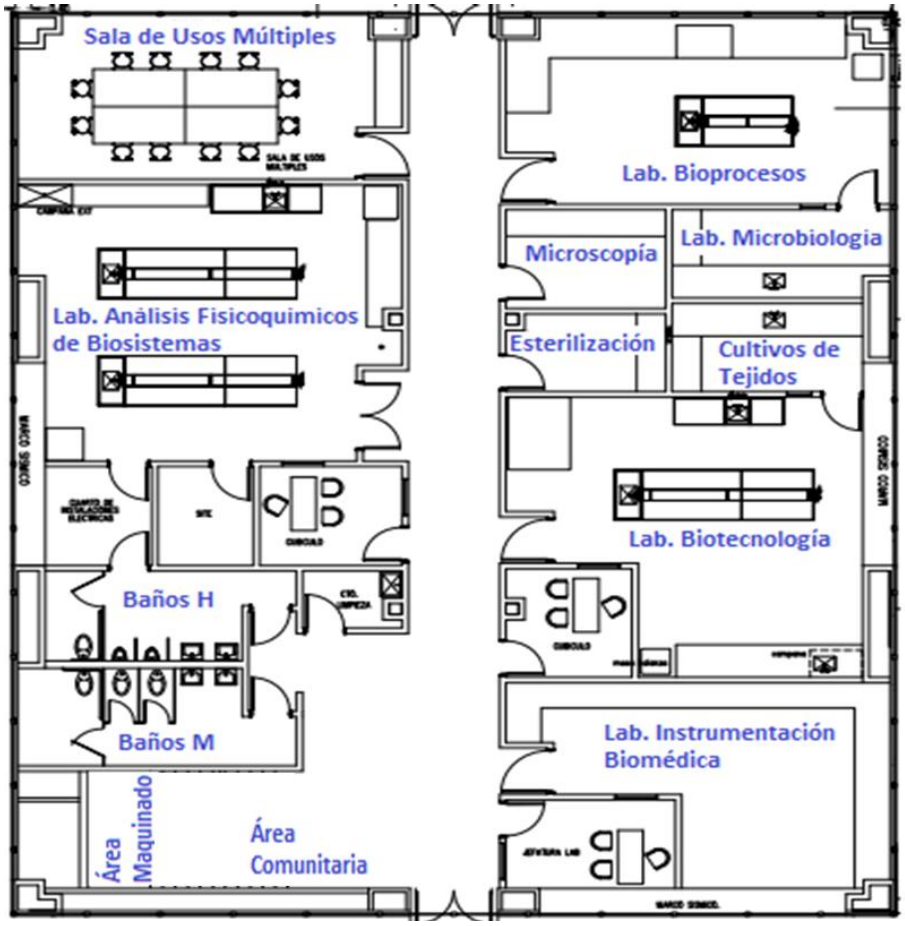


Figura 1. Distribución interna Laboratorio Bioingeniería

Las diferentes áreas tienen una demanda de uso por las diversas UA que lo requieran. Cabe mencionar que existe disponibilidad en las áreas para realizar actividades complementarias solicitadas por una UA, por ejemplo, el desarrollo de proyectos finales.

El edificio cuenta con señalamientos de protección civil, luces de emergencia, extintores, un sistema interno de monitoreo por cámaras de seguridad y un sistema de alarma contra incendios que se compone de: sensores de humo, activadores manuales de alarma, dispositivos indicadores de actividad con luz estroboscópica y un panel de control, distribuidos como se muestra en el plano. Se tienen regaderas y lavaojos de emergencia en cada área donde se manipulan reactivos químicos, así como gavetas exclusivas para el resguardo de reactivos químicos bajo llave separados por compatibilidad química.

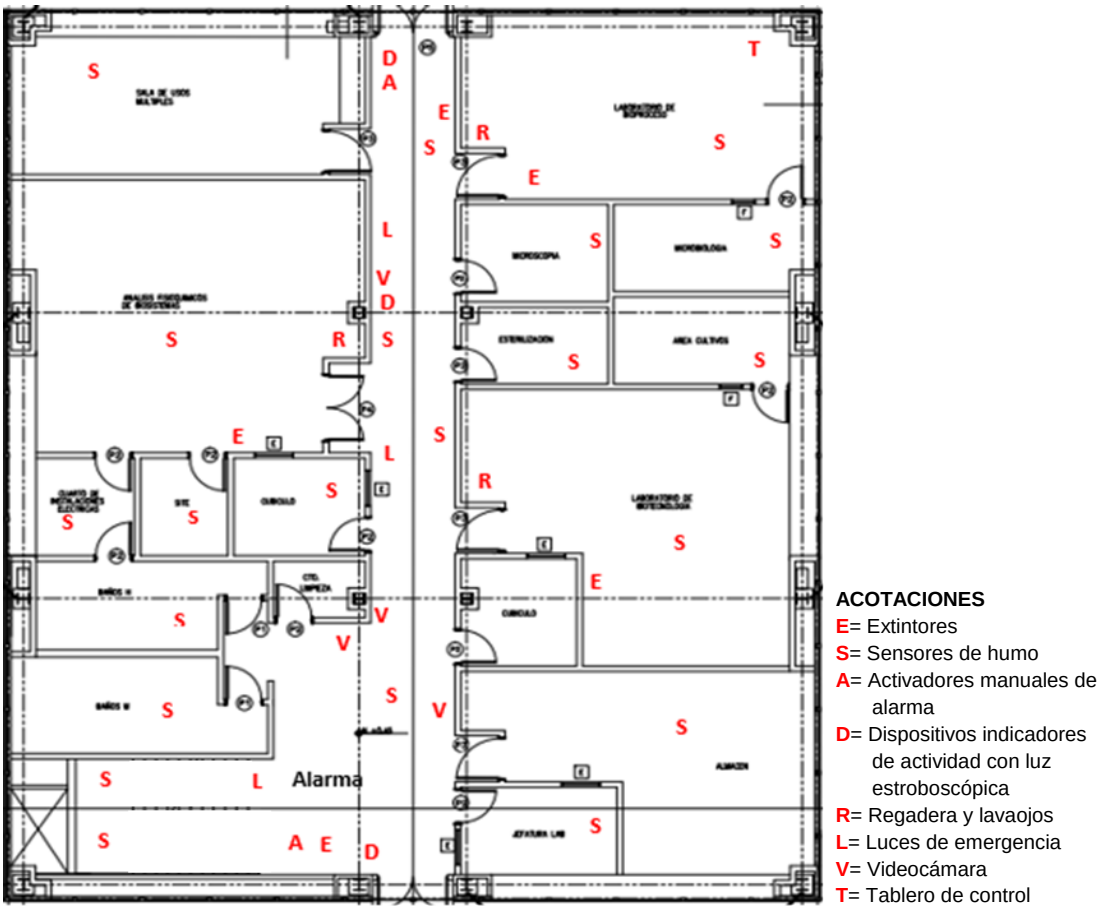


Figura 2. Sistema de alarmas y elementos de seguridad en el Laboratorio

Los Laboratorios de Bioingeniería disponen de los servicios generales de iluminación, agua, drenaje, electricidad y aire acondicionado, así como de los servicios, particularmente requeridos, de aire comprimido, vacío, gas LP, CO_2 e internet a través de la red Wi-fi CIMARRED.

Adicionalmente el edificio cuenta con una planta eléctrica de emergencia, la cual entra en operación de manera automática al detectarse una falla en el suministro eléctrico, lo cual garantiza el funcionamiento de algunos equipos, por ejemplo, los congeladores donde se resguardan los reactivos termolábiles utilizados en Biología Molecular.

En las siguientes imágenes se aprecian las instalaciones que proporcionan los servicios de aire comprimido, vacío, y la planta de emergencia, las cuales se encuentran de manera aledaña al edificio.



Figura 3. Aire comprimido

A continuación, se describe el equipamiento de los laboratorios de Bioprocesos y Microbiología, el cual se respalda con el listado de Equipo Activo por parte del Departamento de Control Patrimonial. El área de microbiología es una sección aislada dentro del Laboratorio de Bioprocesos, con el equipo e instrumental mínimo indispensable para trabajar en condiciones asépticas, mientras que el resto de su equipamiento se encuentra distribuido en otras áreas.

Cabe mencionar que no existe traslape en las sesiones programadas en estas dos áreas, de manera tal, que los usuarios pueden utilizar todo el espacio, material y equipamiento disponible en ellas.

Tabla 26. *Laboratorios de Bioprocesos y Microbiología.*

Bioprocesos		
N°	**Equipo principal del laboratorio**	**Cantidad**
1	Refrigerador (electrodoméstico)	2
2	Balanzas granatarias	2
3	Balanza digital	1
4	Plato de calentamiento con agitación magnética	3
5	Autoclave manual	1
6	Bomba de vacío	1
7	Baño María eléctrico	1
8	Baño María tipo bandeja	1
9	Ph-metro	1
10	Lámpara UV de mano	1

Microbiología		
N°	**Equipo principal del laboratorio**	**Cantidad**
1	Incubadora de uso general	1
2	Incubadora con agitación oscilatoria	1
3	Puente para tinciones	1
4	Mechero de Bunsen	1
5	Microscopio óptico	1
6	Microscopio óptico con contraste de fases	1
7	Microscopio invertido	1

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el equipamiento del Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos de Biosistemas:

Tabla 27. *Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos de Biosistemas.*

Análisis Fisicoquímicos de Biosistemas (1 y 2)		
N°	**Equipo principal del laboratorio**	**Cantidad**
1	Balanza electrónica	1
2	Balanza digital	1
3	Balanza granataria	4
4	pH-metro/conductímetro/TDS	1
5	Probador de conductividad eléctrica	3
6	Bomba para vacío-compresor	1
7	Equipo destilador de agua	1
8	Espectrofotómetro	1
9	Baño María tipo bandeja	1
10	Baño María eléctrico	1
11	Plato de calentamiento con agitación magnética	3
12	Equipo de extracción por arrastre de vapor	1

Análisis Fisicoquímicos de Biosistemas (1 y 2)		
N°	**Equipo principal del laboratorio**	**Cantidad**
16	Centrífuga (0-4,000 RPM)	1
17	Viscosímetro	1
18	Hidrómetro de precisión (Escala Brix para azúcares)	2
19	Hidrómetro (Salinómetro % NaCl)	4
20	Hidrómetro (Sólidos en suspensión sp/gr)	2
21	Equipos para determinar puntos de fusión	2
22	Campana extractora de gases	1
23	Desecador	2
24	Calorímetro (tipo vaso de café)	4
25	Buretas (diferentes capacidades)	8
26	Consistómetro	1
27	Micrómetro	1

Análisis Fisicoquímicos de Biosistemas (1 y 2)		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
13	Equipo de extracción soxhlet	1
14	Equipo de extracción simple	1
15	Bombas de recirculación de agua	3

Análisis Fisicoquímicos de Biosistemas (1 y 2)		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
28	Juego de pesas para calibración de balanzas	2
29	Horno (electrodoméstico)	2
30	Picnómetros (varias capacidades)	6

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el equipamiento de los laboratorios de Biotecnología y Cultivo de Tejidos. El área de Cultivo de Tejidos es una sección aislada dentro del Laboratorio de Biotecnología, por lo que no existe traslape en las sesiones programadas en estas dos áreas, de manera tal, que los usuarios pueden utilizar todo el espacio, material y equipamiento disponible en ellas.

Tabla 28. *Biotecnología y Cultivo de Tejidos.*

Biotecnología		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Congelador vertical	1
2	Refrigerador (electrodoméstico)	1
3	Autoclave vertical	1
4	Autoclave horizontal con control digital	1
5	Máquina para hacer hielo	1
6	Espectrofotómetro digital	1
7	Plato de calentamiento con agitación magnética	2
8	Balanza analítica	1
9	Balanza electrónica	1
10	Vortex	1
11	Equipo de fermentación (biorreactor)	1
12	Módulo de control del fermentador	1
13	Microcentrífuga	1

Biotecnología		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
18	Termociclador para PCR tiempo real	1
19	Fotodocumentador	1

Cultivo de Tejidos		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Incubadora de CO2	1
2	Campana de Bioseguridad Tipo II	1
3	Estación para preparación de mezclas de reacción para PCR con luz UV	1
4	Transiluminador	1
5	Equipo de cómputo	1
6	Acondicionador de voltaje	2

Biotecnología		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
14	Minicentrífuga	1
15	Cámara para electroforesis	4
16	Equipo de cómputo	2
17	Termociclador para PCR de punto final	1

Biotecnología		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
7	Incubadora con luz (hechiza)	1
8	Protean i12 (isoelectroenfoque)	1
9	Isla para blots (trans blots)	1
10	Electroporador	1

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el equipamiento del Laboratorio de Instrumentación Biomédica y el del Área de Maquinado.

Tabla 29. *Laboratorio de Instrumentación Biomédica y el del Área de Maquinado.*

Instrumentación Biomédica		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	Generador de funciones	6
2	Osciloscopio	7
3	Fuente de poder de corriente directa	9
4	Multímetro	7
5	Fuente de poder de corriente alterna	10
6	Sistema de adquisición de señales biofisiológicas (BIOPAC)	4
7	Equipo de cómputo	4
8	Maletín con equipo de adquisición de bioseñales (PowerLab 26T)	2
9	Programador universal (para microcontroladores)	2

Área de Maquinado		
N°	Equipo principal del laboratorio	Cantidad
1	PCNC 440 Machine Stand with Bse and Enclosure Kit	1
2	Equipo de cómputo	1
3	PathPilot Controller	1
4	PCNC 440 Flood Coolant kit	1
5	TTS CNC Operator Set with Tormach Tool Assistan	1
6	PCNC 440 Chip Pan	1
7	Jog Shuttle	1
8	Cutting Tool Starter Set #2	1
9	Essential Metalworking Gauge Kit.	1
10	Clamp Kit for 3/8" T-Slots (68 Pcs.)	1

Fuente: Elaboración propia

Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.

La FIAD dispone de tres edificios, con un total de 28 aulas, las cuales son programadas para su uso en función de las necesidades. Al inicio de cada periodo se realiza una planeación con el fin de distribuir los espacios entre los diferentes programas educativos. Los edificios para aulas están identificados como E1, E45 y E51, cada uno cuenta con las siguientes aulas:

Tabla 30. *Descripción de la Infraestructura de los Edificios de Aulas en la FIAD.*

Edificio E1					
Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
101	32	201	28	301	40
102	31	202	27	302	24
103	41	203	27	303	27
104	36	204	27	304	35
105	30	205	35	305	34
106	41	206	41	306	38
		207	50	307	36
		208	40	309	24
		209	35	310	23
		210	27		
		211	26		
Edificio E45					
Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
				301	36
Edificio E55					
Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
102	47				
103	50				
104	50				
105	48				

Fuente: Elaboración propia.

▪ Edificio E1: aulas en planta baja (101, 102, 103, 104, 105, 106, 107); aulas en piso dos (201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211); y aulas en piso tres (301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309).
▪ Edificio E45: aula 301.

El edificio E1 cuenta con aulas cuyas dimensiones varían según su capacidad, sin embargo, se pueden identificar tres tipos de aulas: (a) De 4.70 x 7.80 m, (b) De 6.35 x 7.85 m y (c) De 9.55 x 7.80 m. Las aulas en los edificios E45 y E55 tienen dimensiones de 6.00 x 7.80 m. La superficie promedio destinada a cada estudiante es de 1.5 m2.

Cada aula cuenta con el mobiliario (pintarrones y mesabancos) y condiciones adecuadas para la impartición de cursos: buena iluminación, ventilación, temperatura ambiente ideal, instalaciones para medios audiovisuales (todas las aulas cuentan con proyector) y conectividad inalámbrica de acceso libre a profesores y estudiantes, en todas sus instalaciones para facilitar y fomentar el uso de las TIC.

Cubículos para profesores de carrera y su equipamiento

El 100% de los profesores de tiempo completo tienen un espacio de trabajo unitario que cuenta con escritorio y silla ejecutiva con conexión a internet, computadora de escritorio, escáner, impresora láser y extensión telefónica.

Salas para profesores por horas

De la misma forma, las condiciones de trabajo en cuanto al equipamiento y espacio para los profesores de asignatura son buenas y favorables para realizar actividades de docencia y asesoría, ya que se cuenta con una sala equipada con computadoras, mesas de trabajo y área de cafetería.

Biblioteca

La Biblioteca central de UABC en Ensenada cuenta con dos pisos y una capacidad para recibir 324 usuarios, sus espacios están distribuidos en:

▪ Área de silencio para 52 usuarios con cubículos individuales.
▪ Área de estantería abierta con capacidad para 85 usuarios.
▪ Área de tesis para 18 usuarios.
▪ Área de hemeroteca para 40 usuarios.
▪ Área de banco de información para 18 usuarios con computadoras.
▪ Área para trabajo grupal para 56 usuarios.
▪ Área para cinco usuarios con servicio audiovisual (televisor, sistema Blu-ray), computadoras.
▪ Sala de lectura para 12 usuarios con seis sillones.
▪ Área de cubículos para trabajo grupal para 38 usuarios.

La biblioteca cuenta con iluminación, ventilación natural y artificial, así como rampas y circulaciones de accesibilidad; es atendida por 12 personas, ofrece servicio de lunes a viernes desde las 7:00 hasta 22:00 horas y sábados de 8:00 a 16:00 horas. Cabe resaltar que las condiciones para atención a personas con necesidades especiales son limitadas. En general, en el campus UABC en donde funciona el programa educativo de Bioingeniero, tiene una estructura física limitada de rampas y señales auditivas para personas con discapacidades.

El sistema bibliotecario cuenta con un acervo de más de 75 mil libros para cubrir todos los programas educativos. Adicionalmente cuenta con la integración de obras literarias, diccionarios y enciclopedias. Existe una colección de publicaciones periódicas en las cuales 51 son suscripciones a revistas y dos suscripciones a periódicos locales.
A continuación, se mencionan algunas de las bases de con que se cuenta: Access Medicina, Scopus, AIP, AMS Journals, APS, Chemical Abstract Service, Elsevier Science Direct Freedom Collection, Colección multidisciplinaria + Colección Ingeniería, IEEE/IET Electronic Library (IEL), Web of Sciense-WoS, Nature; Springer, Wiley y Thomson Reuters.

La biblioteca cuenta con más de 1000 mapas, en su mayoría proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información. Además, resguarda más de 4000 tesis impresas y 600 discos compactos con temas relevantes para la comunidad.

Equipo de cómputo para uso de los alumnos

La FIAD cuenta con cuatro Salas de Cómputo: de 35 m2 y 48 m2 con 18 y 24 estaciones de trabajo respectivamente.

Auditorios, salas audiovisuales y de teleconferencias

La FIAD pone a disposición los siguientes espacios para realizar encuentros académicos y/o culturales:

- Sala Audiovisual (70.0 m2), equipada con 71 asientos, aire acondicionado, pantalla retráctil, televisión de plasma, proyector, mesa de deliberaciones y sistema de audio.
- Sala de Usos Múltiples (85.0 m2) que puede ser adaptada para reuniones académicas, clases, conferencias, talleres, exposiciones de experimentos, etc., está equipada con pantalla retráctil y proyector.
- Teatro Universitario *Lic. Benito Juárez*, con capacidad para 472 personas, equipado con audio y video.
- El DIA cuenta con un auditorio con capacidad para 96 personas en dónde se llevan eventos académicos de la FIAD, cuenta con aire acondicionado, proyector, área de proyección y pódium.

Laboratorios

Los espacios específicos disponibles para el programa educativo de Bioingeniero son:

- Laboratorio de Biología Molecular
- Laboratorio Cultivo de Tejidos
- Laboratorio de Ingeniería Molecular
- Laboratorios de Nanotecnología: Lab Nano-1 y Lab Nano-2. (programa educativo de Nanotecnología).
- Un Laboratorio de Síntesis (Lab Nano-3). (programa educativo de Nanotecnología).
- Un Laboratorio de Caracterización (Lab Nano-4). (programa educativo de Nanotecnología).

- Cuatro Salas de Cómputo (programa educativo de Computación).
- Laboratorio de Electrónica Básica (programa educativo de Ingeniero en
- Electrónica).
- Taller de Máquinas y Herramientas (programa educativo de Ingeniero Industrial).

Las características físicas de cada espacio, cupo, mobiliario y equipamiento general son:

- Laboratorio de Biología Molecular y Cultivo de Tejidos, y Laboratorio de Ingeniería Molecular (programa educativo de Bioingeniero): con 70 m^2, mesas de trabajo con cubierta resistente a ácidos, agua potable, conexión para gases, campana de flujo laminar y área de siembra.
- Laboratorios de Nanotecnología: Lab Nano-1 y Lab Nano-2 con 60 m^2 en área principal cada uno. Mesas de trabajo con cubierta resistente a ácidos, agua, conexión para gases y campana de extracción.
- Laboratorio Lab Nano-3 con 40 m^2. Mesas de trabajo con cubierta resistente a ácidos, agua, conexión para gases y campana de extracción.

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

Aulas

La infraestructura de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, está compuesta por 6 edificios para aulas que permiten atender adecuadamente a la matrícula de todos los programas educativos de la FCITEC. Los accesos a los servicios y aulas cuentan con escaleras, rampas y elevador para facilitar el acceso a los alumnos con capacidades diferentes. El Programa Educativo de Bioingeniero tiene actualmente asignadas 4 aulas, establecidas en base a la demanda de grupo en acorde con la demanda estudiantil. Estas aulas se ubican en los edificios B y C, etiquetadas como B35, B36, B37 y C32, las cuales están equipadas un escritorio, una silla y dos pizarrones blancos.

Tabla 31. *Descripción de la Infraestructura de los Edificios de Aulas en la FCITEC.*

Edificio A							
Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
		A11	30	A21	41	A31	38
		A12	31	A22	39	A32	33
		A13	40	A23	35	A33	37
		A14	25	A24	35	A34	35
		A15	30	A25	37	A35	35
						A36	36
						A37	38
Edificio B							
Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
				B21	33	B31	35
				B22	29	B32	35
				B23	35	B33	35
				B24	30	B34	33
				B25	30	B35	34
						B36	35
						B37	38
Edificio C							
Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
		C11	20	C21	32	C31	29
		C12	30	C22	30	C32	33
		C13	25	C23	32	C33	11
		C14	11	C24	32	C34	35
		C15	21	C25	35	C35	49
						C36	27
Edificio D							
Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
D01	30	D11	35	D21	32	D31	35
D02	30	D12	28	D22	31	D32	23
D03	21	D13	31	D23	31	D33	20
D04	30	D14	32	D24	33	D34	35
D06	30	D15	28	D25	32	D35	30
		D16	29			D36	35
						D37	35
Edificio E							
Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
E01	28	E11	29				
E02	33	E12	19				
E03	31	E13	18				
E04	30	E15	17				
E05	28	E16	20				
E06	28	E17	20				

Tabla 31. *Descripción de la Infraestructura de los Edificios de Aulas en la FCITEC (continuación).*

Edificio F							
Nivel 0		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3	
Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos	Aula	Mesabancos
F01	30	F11	32	F22	30		
F02	30	F12	30	F25	32		
F03	30	F13					

Fuente: Elaboración propia.

Cubículos para profesores de carrera y su equipamiento

La Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, cuenta con un edificio denominado DIA, en donde se concentra el área administrativa y un área de cubículos para profesores de tiempo completo y coordinadores de área. Adicionalmente, en los diferentes edificios de aulas se encuentran distribuidos estratégicamente los cubículos para profesores de tiempo completo que atienden a los diferentes programas educativos. Todos los siete PTC del Programa Educativo Bioingeniero tienen cubículo con mobiliario, equipo de cómputo y conectividad.

Salas para profesores por horas

La infraestructura académica de apoyo a docentes cuenta con una sala de profesores por horas equipada con seis computadoras, cinco mesas de trabajo, área de cafetería con horno de microondas, refrigerador, parrilla eléctrica, mesas para comer y dispensador de agua.

Biblioteca

La Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, se localiza en el segundo piso del edificio DIA, sus espacios están distribuidos en:

- Área de restiradores con 12 mesas de trabajo.
- Área de cubículos para trabajo grupal para 46 usuarios.
- Área para trabajo grupal con 13 mesas de trabajo para 56 usuarios.
- Área de banco de información para 25 usuarios con computadoras.

- Sala de lectura para 10 usuarios con cuatro sillones.
- Área de estudio con 106 cubículos individuales.

En cuanto a su acondicionamiento y capacidad: el área de biblioteca dispone de ventilación natural, así como de aire acondicionado incluyendo iluminación natural y artificial; creando un espacio confortable de trabajo, en un horario de atención es de 8:00 a 17:00hrs. de lunes a viernes. Actualmente la Biblioteca cuenta con alrededor de 12,000 libros de autor que se encuentran en buen estado para su uso. Para el programa educativo Bioingeniero se cuenta con un total de 166 títulos con 598 volúmenes exclusivos para el programa. La UABC está suscrita a recursos bibliográficos digitales de información científica y tecnológica, a través del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT) del CONACyT. La colección digital se integra por una base de datos para consulta de revistas arbitradas, además de consulta de libros electrónicos. Por la característica multidisciplinaria de la nanotecnología, el programa educativo requiere de acceso a bases de datos y revistas electrónicas de diferentes áreas. A continuación, se mencionan las 16 bases de datos más relacionadas con el campo de la nanotecnología: Access Medicina, Scopus, AIP, AMS Journals, APS, Chemical Abstract Service, Elsevier Science Direct Freedom Collection, Colección multidisciplinaria + Colección Ingeniería, IEEE/IET Electronic Library (IEL), Web of Sciense-WoS, Nature; Springer, Wiley y Thomson Reuters.

Equipo de cómputo para uso de los alumnos

La Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, cuenta con ocho laboratorios de cómputo para uso exclusivo de los alumnos, tal como se muestra en la tabla 16.

Tabla 32. *Equipamiento de cómputo para uso de alumnos.*

Servicios de Cómputo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Inventario en Uso y Servicios				
Laboratorio	Equipamiento	Características	Horarios	Usos
L01	29 computadoras y un proyector multimedia	Windows	8:00 a 17:00 Hrs	Clases
L02		Windows		
L03		Windows		
L04		Windows		
L05		Mac OS		
F21	32 computadoras y un proyector multimedia	Windows		
F23		Windows		
F24		Windows		

Fuente: Elaboración propia.

Equipo de cómputo para uso de los maestros

En la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, cada uno de los siete maestros de tiempo completo asignados al Programa Educativo Bioingeniero cuenta con una computadora instalada en su cubículo, computadoras con Windows y Office, impresora personal y paquetería especializada. Adicionalmente, los profesores de asignatura pueden hacer uso de la sala de maestros en donde tienen disponibles seis equipos de cómputo con acceso a Internet, además de los programas de cómputo básicos requeridos para realizar su labor docente; con acceso a una impresora de red y dos fotocopiadoras.

Equipo de apoyo para alumnos y maestros

En la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, se cuenta con 6 laptops de reciente modelo, 8 cañones de proyección, seis juegos de bocinas, cables de conexión multimedia, plotter a color.

Auditorios, salas audiovisuales y de teleconferencias

En la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, cuenta con una sala de usos múltiples en el edificio DIA equipada con mesas y sillas para dar servicio a alrededor de 50 personas. Esta sala está disponible para impartir talleres o

seminarios para profesores y estudiantes del programa educativo**.** Anexa a esta sala, se encuentra la sala de videoconferencias, empleada para conferencias, cursos y/o talleres a distancia. También se cuenta con un aula de butacas con capacidad para 150 personas equipada con sonido, pantalla para proyecciones, así como aire acondicionado. b) Adicionalmente se cuenta también con un aula magna ubicada en el edificio DIA**,** que se comparte con la Escuela de Ciencias de la Salud (ECISALUD); este espacio está diseñando para aproximadamente 500 personas. Esta se utiliza para eventos masivos como por ejemplo foros del programa educativo**.**

Laboratorios

La Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, cuenta con 10 laboratorios especializados; 2 laboratorios de electrónica, 4 laboratorios de química, 2 laboratorios de física y 2 laboratorios de Manufactura y automatización. Cada Laboratorio tiene una capacidad que varía entre 20-30 espacios con 2 almacenes que apoyan en el préstamo de material y equipo para laboratorios.

Por lo anterior se concluye que las condiciones de disponibilidad de recursos humanos y materiales son pertinentes y suficientes para la operación del programa educativo y su reestructuración, es decir para el desarrollo de las actividades relacionadas con docencia e investigación, entre otros.

4.4.4. Descripción de la estructura organizacional

En la presente propuesta se considera la necesidad de una organización que impulse programas y servicio de apoyo para la operación adecuada de los programas educativos. Que se valoren los procesos de enseñanza-aprendizaje y brinde seguimiento, continuidad y evaluación a las acciones encaminadas a ofrecer las condiciones para el fácil tránsito de los estudiantes en el programa. A continuación, se integran la estructura organizacional de la Facultad de Ingeniería en Mexicali, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño en Ensenada y finalmente de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología en Valle de las Palmas (Figura 1,2 y 3) y se describen los puestos.

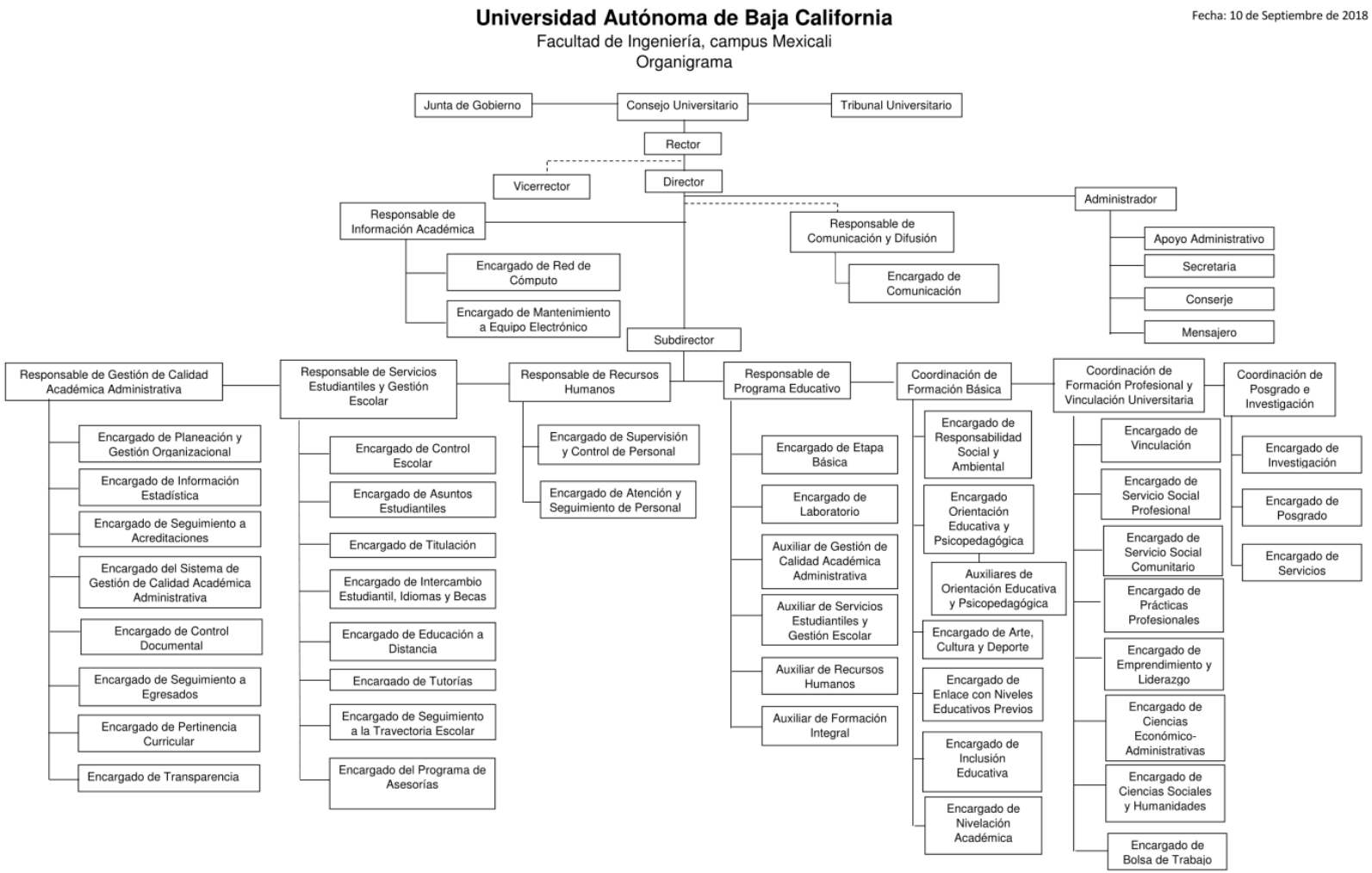


Figura 4. Organigrama de la Facultad de Ingeniería, Mexicali [7]

[7] La descripción de puestos se puede consultar en el Manual de Funciones 2018 de la FIM en http://ingenieria.mxl.uabc.mx/index.php/descargas/finish/107-manualfunciones/1920-manual-de-funciones

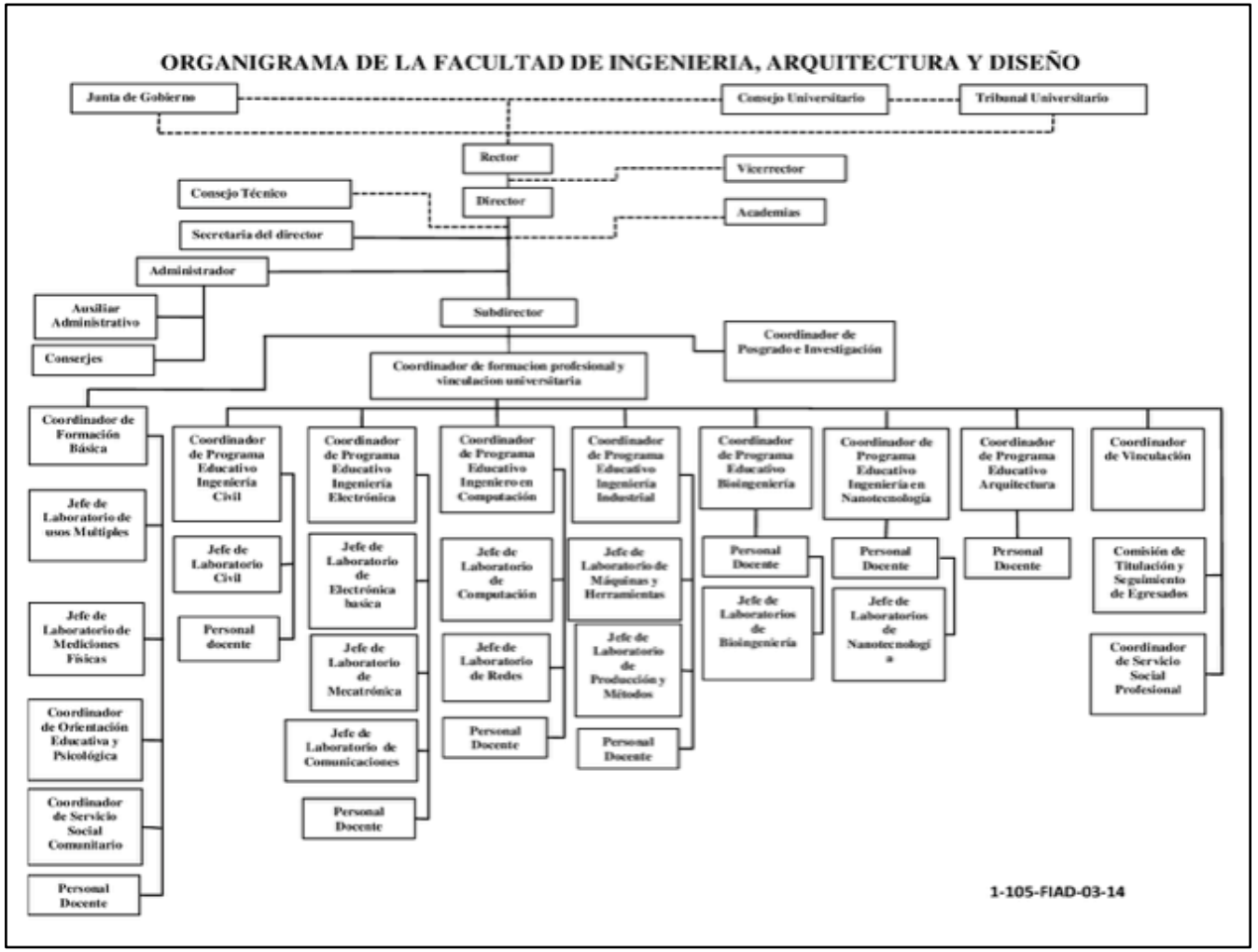


Figura 5. Organigrama de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño[8]

[8] El manual de funciones se encuentra en esta página: http://fiad.uabc.mx/perch/resources/manualdeorganizacionfiad-2017aprobado.pdf

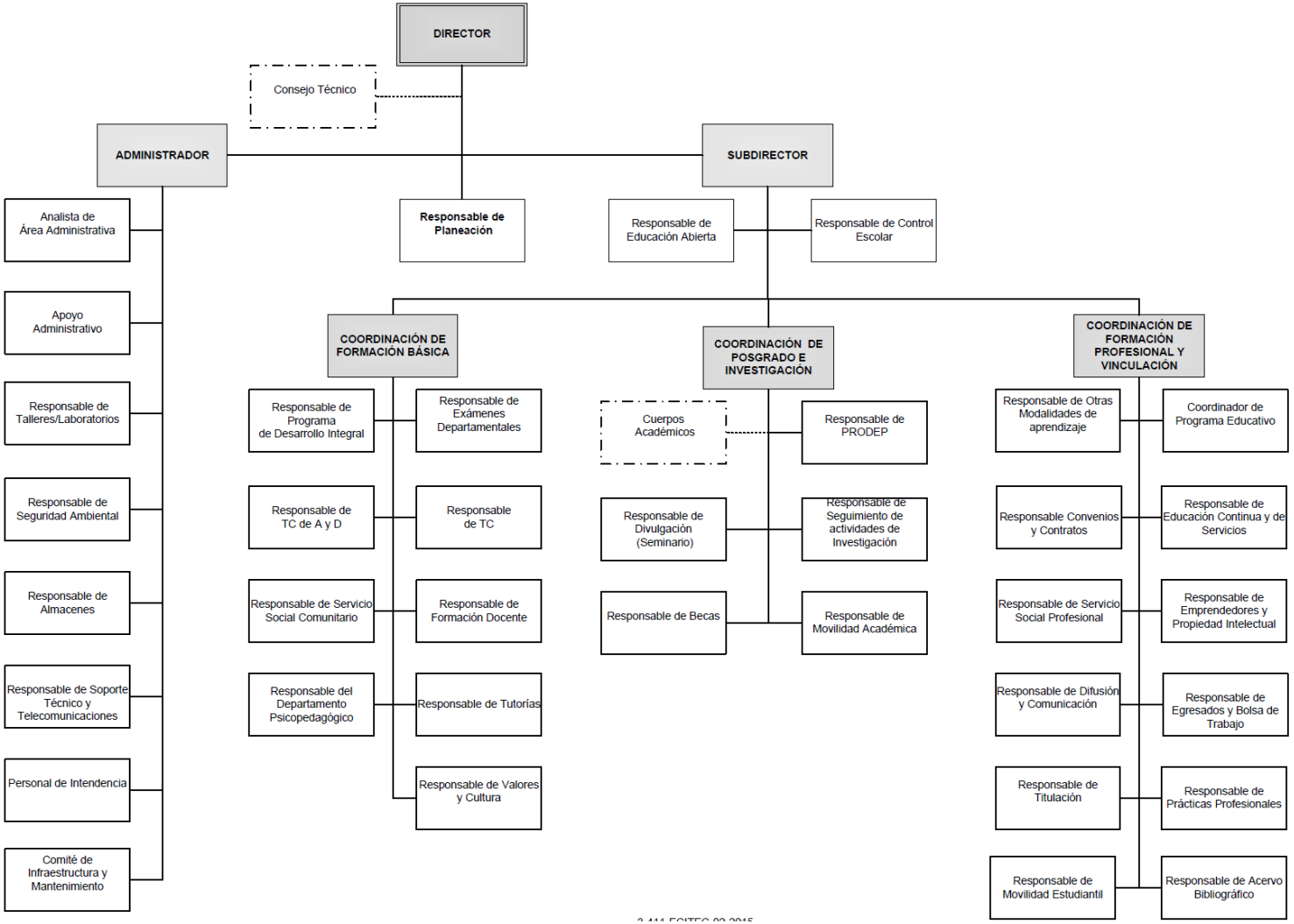


Figura 6. Organigrama de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología[9]

[9] http://citecuvp.tij.uabc.mx/ecitec/wordpress/docs/organigrama%20Ecitec.pdf

4.4.5. Descripción del Programa de Tutoría Académica

El propósito general de la tutoría académica es potencializar las capacidades y habilidades del estudiante para que consolide su proyecto académico con éxito, mediante una actuación responsable y activa en su propia formación profesional con la guía y acompañamiento de un tutor, el Programa de Tutorías Académicas en la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas da respuesta a las inquietudes y necesidades de los actores que intervienen en el proceso de tutorías a través de la automatización de los procesos para su operación (UABC, 2012).

Dentro de la forma de organización de las tutorías académicas, la subdirección se apoya de la Coordinación de Formación Básica de la unidad académica, quien coordina esta actividad y proporciona el seguimiento respectivo. A todos los estudiantes se les asigna un tutor desde su ingreso hasta que concluyen sus estudios y cuentan con la posibilidad de realizar un cambio de tutor, en caso de ser necesario, dependiendo la situación que se presente. En relación al número de estudiantes por tutor, está en función del número de estudiantes que ingresan al programa educativo por grupo, dando como resultado un promedio de 45 estudiantes por tutor.

Con la finalidad de que la tutoría se realice eficientemente, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas proporciona capacitación cuando un docente inicia con esta función y cuando existen modificaciones en el proceso de tutorías con la intención de homologar los procedimientos. El responsable de formación básica coordina a los tutores en cada ciclo escolar, la agenda de reuniones de cada ciclo escolar para dar a conocer información y procesos necesarios para el cumplimiento puntual de sus funciones competentes.

Para la programación de las sesiones de tutoría individual y grupal, el tutor cuenta con un plan de actividades proporcionado por el Responsable del Programa de Tutorías de la Facultad, mismo que indica como necesarias al menos cuatro tutorías grupales por ciclo escolar incluida la sesión de asignación de unidades de aprendizaje en periodos de reinscripción. Las cuatro sesiones de tutoría académica se programan de la siguiente manera: la primera en la segunda semana del periodo escolar, la

segunda en la mitad del periodo, la tercera en la parte final de semestre y la cuarta en el período de reinscripción.

Las actividades de tutoría que se realizan son registradas en el Sistema de Tutorías Institucional (SIT) para respaldar el trabajo realizado por el tutor y como una forma de sistematizar la información. Durante el período de reinscripción los estudiantes obtienen el formato de Carga Académica Semestral y en caso de ser necesario el estudiante acude a un periodo de *ajustes*. Al término de cada período escolar, el tutor y tutorado participan en el proceso de evaluación de la tutoría, esto con la finalidad de solicitar su opinión y realizar un seguimiento a los aspectos relacionados en el proceso de tutorías.

Cada tutor presenta un reporte de tutorías al cierre del semestre de los resultados alcanzados y del seguimiento del proceso de apoyo realizado con cada uno de los estudiantes tutorados, evidenciando los avances logrados y refiriendo las necesidades de apoyo que para algunos casos se pudieron haber presentado.

El Coordinador de Formación Básica realiza un informe por período escolar de las actividades desarrolladas, de la evaluación de tutores por parte del tutorado y de la autoevaluación de tutores, turnándose a la subdirección para la toma de decisiones correspondiente, permitiendo la retroalimentación permanente de la actividad.

Según los lineamientos generales para la operación de las tutorías académicas de la UABC a cada generación del programa educativo se le asignará un tutor. Su función es asesorar a los estudiantes del programa educativo durante su trayectoria académica a través de la orientación y asesoría para que esté informado de temas de interés vital para el desarrollo y culminación de su proyecto académico.

Para atender a la primera generación que ingrese al programa educativo se asignará a dos PTC de la planta académica. Los docentes cuentan con la experiencia y conocimiento necesario para proporcionar el acompañamiento académico al estudiante durante su trayectoria académica.

Mecanismos de operación de la tutoría académica.

a. Proceso de asignación de tutores

Al inicio de cada periodo escolar cada profesor de tiempo completo será asignado como tutor de un número de estudiantes, a quienes atenderá hasta su egreso. La Subdirección de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas efectuará la distribución de grupos entre los tutores designados. En el caso especial de que un estudiante requiera cambio de tutor, éste acudirá al coordinador del programa educativo para hacer solicitar dicho cambio.

b. Capacitación del uso del sistema para tutores y tutorados

El responsable de tutoría de la unidad académica correspondiente será el responsable de convocar a talleres de capacitación para tutores y tutorados.

c. Programación de sesiones de tutoría académica

El mínimo de sesiones de tutoría que debe realizar un tutor durante un ciclo escolar es cuatro: durante el periodo de reinscripciones, en la segunda semana del periodo escolar, a la mitad del periodo y otra al término del periodo. Cada profesor será responsable de atender íntegramente, en el espacio y tiempo establecidos a los alumnos bajo su tutoría.

d. Difusión

El responsable de tutorías, apoyado en la coordinación del área de Difusión de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, dará a conocer las fechas para realizar la tutoría durante el periodo escolar de acuerdo al calendario establecido.

e. Seguimiento y evaluación

Al término de cada periodo escolar, el tutor y tutorado deberán participar en el proceso de evaluación de la tutoría. El responsable de las tutorías académicas realizará un

reporte por periodo escolar de las actividades desarrolladas, turnándose al director de la unidad académica para la toma de decisiones correspondiente y la entrega oportuna del reporte al Departamento de Formación Básica que corresponda. El Departamento de Formación Básica del campus dará seguimiento al proceso de tutorías en las unidades académicas y turnará un reporte a la Coordinación General de Formación Básica.

5. Plan de estudios

La estructura del plan de estudios comprende los siguientes apartados: perfil de ingreso, perfil de egreso, campo profesional, características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación, características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento, mapa curricular, descripción cuantitativa del plan de estudios, tipología de las unidades de aprendizaje y equivalencia de las unidades de aprendizaje.

5.1 Perfil de ingreso

Los aspirantes a ingresar al programa educativo Bioingeniero deberán contar con los siguientes conocimientos, habilidades, actitudes y valores:

Conocimientos básicos en las áreas de:

- Física
- Matemáticas
- Biología General
- Química
- Computación
- Inglés

Habilidades

- Capacidad de organización
- Comunicación oral y escrita
- Hábitos de estudio
- Trabajo en equipo

Actitudes

- Interés por el aprendizaje continuo

- Servicio a su comunidad
- Disciplina para el trabajo
- Sentido del orden
- Proactivo y propositivo

Valores

- Respeto por la vida y el medio ambiente
- Respeto por sus compañeros y la institución
- Honestidad y compromiso

5.2 Perfil de egreso

El egresado del programa educativo de Bioingeniero es una profesionista capaz de aplicar los conocimientos científicos, tecnológicos, humanísticos y de gestión, con un enfoque multidisciplinario que incluye a las ciencias de la salud y la biología, para dar solución a las problemáticas de su propia disciplina.

El Bioingeniero será competente para:

- Diseñar y generar equipos, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, mediante la aplicación de fundamentos teórico-prácticos de la bioingeniería y estándares de calidad internacional, para lograr la mejora continua de recursos tecnológicos y económicos de las empresas y del sector salud, que mejore la calidad de vida de la población, con una actitud colaborativa y responsabilidad social con énfasis en el cuidado del medio ambiente.
- Proponer y gestionar espacios físicos, sistemas tecnológicos e informáticos de función biomédica, biotecnológica e industrial, aplicando las técnicas y herramientas de la bioingeniería con apego a la normatividad vigente, para coadyuvar en la atención de calidad en el ámbito de la salud y el aseguramiento en los procesos industriales, con honestidad y actitud hacia el trabajo interdisciplinario.
- Diseñar e implementar estrategias de generación de bioprocesos, mediante el empleo de fundamentos, técnicas, métodos de la bioingeniería y recursos biotecnológicos para la prevención y resolución de problemas ambientales y contribución al desarrollo sostenible, con actitud innovadora, comprometida y tolerante.
- Gestionar recursos humanos, materiales y financieros, en el diseño, manufactura, comercialización, equipamiento de productos y servicios de la bioingeniería, mediante la aplicación del proceso administrativo, para contribuir en el desarrollo de las organizaciones y creación de nuevos espacios productivos, con liderazgo, ética, emprendimiento, creatividad y responsabilidad.

5.3 Campo profesional

El Bioingeniero podrá desempeñarse en:

Sector Privado:

- Sector salud
- Sector educativo
- Departamentos de investigación y desarrollo
- En la industria de fabricación de materiales y equipo médico
- En la industria biotecnológica
- En la industria del medio ambiente
- Empresas de servicios

Sector Público:

- Sector salud
- En instancias reguladoras
- Instituciones de educación y centros de investigación
- Dependencias de gobierno
- En trabajos de mejoramiento del medio ambiente y aprovechamiento de recursos naturales
- En organismos que impulsan el desarrollo agropecuario
- Otras dependencias y entidades en el ámbito federal, estatal y municipal

Profesional independiente:

- Asesoría y capacitación de personal en el área de la bioingeniería

5.4 Características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación

Unidad académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
Programa educativo: Bioingeniero
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudio: Plan 2020-1

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	HC	HL	HT	HPC	HE	CR	RQ***
	Etapa Básica Obligatoria							
33523	Cálculo Diferencial	2	-	3	-	2	7	
33524	Álgebra Superior	2	-	3	-	2	7	
33525	Metodología de la Programación	1	-	2	-	1	4	
33526	Comunicación Oral y Escrita	1	-	3	-	1	5	
33528	Desarrollo Profesional del Ingeniero	1	-	2	-	1	4	
33529	Inglés I	1	-	3	-	1	5	
33527	Introducción a la Ingeniería	1	-	2	-	1	4	
33530	Cálculo Integral	2	-	3	-	2	7	33523
33532	Mecánica Vectorial	2	2	2	-	2	8	33524
33534	Programación y Métodos Numéricos	2	2	2	-	2	8	
33533	Química	1	2	2	-	1	6	
33531	Probabilidad y Estadística	2	-	3	-	2	7	
33535	Inglés II	1	-	3	-	1	5	33529
33537	Ecuaciones Diferenciales	2	-	3	-	2	7	
33538	Electricidad y Magnetismo	2	2	1	-	2	7	
16*	Biología Celular	2	-	2	-	2	6	
17	Química Orgánica	2	2	1	-	2	7	
18	Fisicoquímica	2	2	1	-	2	7	
33541	Metodología de la Investigación	1	-	2	-	1	4	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Etapa Disciplinaria Obligatoria							
20	Óptica y Acústica	1	2	1	-	1	5	
21	Principios de Mediciones Bioeléctricas**	1	2	1	-	1	5	15
22	Circuitos Lineales	2	2	1	-	2	7	
23	Bioquímica	2	2	1	-	2	7	17
24	Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	1	2	1	-	1	5	18
25	Anatomía Funcional	1	-	2	-	1	4	
26	Microbiología	1	2	2	-	1	6	
27	Sistemas de Control	1	2	1	-	1	5	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	HC	HL	HT	HPC	HE	CR	RQ***
28	Bioelectrónica	2	2	1	-	2	7	22
29	Biomateriales**	1	2	1	-	1	5	23
30	Fisiología	2	-	1	-	1	5	
31	Sistemas Digitales	2	2	1	-	2	7	
32	Biología Molecular	1	2	2	-	1	6	26
33	Procesamiento Digital de Bioseñales	2	2	1	-	2	7	27
34	Bioinstrumentación	2	2	1	-	2	7	28
35	Bioestadística	1	-	2	-	1	4	
33552**	Administración**	-	-	3	-	-	3	
37	Mejora Continua en Manufactura	1	-	2	-	1	4	
33556	Ingeniería Económica	2	-	2	-	2	6	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Etapa Terminal Obligatoria							
39	Procesos Biotecnológicos	2	-	2	-	2	6	32
40	Biotecnología Ambiental	2	-	3	-	2	7	
41	Instrumentación Biomédica	2	2	1	-	2	7	34
42	Metodologías de Calidad	1	-	2	-	1	4	
43	Legislación Ambiental, Industrial y de Salud	1	-	2	-	1	4	
44	Ingeniería Clínica	2	-	2	-	2	6	
33560	Emprendimiento y Liderazgo	-	-	4	-	-	4	
46	Seminario de Bioingeniería	-	-	2	-	-	2	
47	Prácticas Profesionales	-	-	-	10	-	10	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Optativa	-	-	-	-	-	VR	
	Etapa Básica Optativa							
34948	Cálculo Multivariable	2	-	3	-	2	7	
49	Bioética	2	-	2	-	2	6	
50	Principios de Química Analítica	2	2	-	-	2	6	
	Etapa Disciplinaria Optativa							

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	HC	HL	HT	HPC	HE	CR	RQ***
51	Fundamentos de Redes de Datos, Internet y Videoconferencia	2	2	1	-	2	7	
52	Programación Avanzada	2	2	1	-	2	7	
53	Química Organometálica	2	3	-	-	2	7	
54	Cultivo de Tejidos	2	3	-	-	2	7	
55	Biomecánica	2	-	3	-	2	7	
56	Microcontroladores	2	2	1	-	2	7	
57	Salud Ambiental	3	-	1	-	3	7	
58	Biocatálisis	2	2	1	-	2	7	
	Etapa Terminal Optativa							
59	Diseño y Escalamiento de Procesos Biotecnológicos	2	-	3	-	2	7	
60	Biorremediación	2	-	2	1	2	7	
61	Procesamiento de Imágenes Biomédicas	2	2	1	-	2	7	
62	Instrumentación Biomédica Basada en Computadora	1	4	1	-	1	7	
63	Inmunología	1	3	2	-	1	7	
64	Bioinformática	2	-	2	-	2	6	
65	Biosensores	1	1	1	-	1	4	
66	Ingeniería Genética	2	3	-	-	2	7	

*No es la clave oficial, es una numeración consecutiva asignada para el control, orden y organización de las asignaturas. Cuando el plan de estudios se apruebe por el H. Consejo Universitario, se procede al registro oficial en el Sistema Integral de Planes de Estudio y se le asigna la clave.

**Estas unidades de aprendizaje pueden impartirse en inglés de acuerdo a las condiciones de la unidad académica. El programa de unidad de aprendizaje se diseñó en español e inglés. Esto atiende a las políticas institucionales sobre la promoción de una segunda lengua, principalmente el inglés.

*** Nomenclatura:
HC: Horas Clase
HL: Horas Laboratorio
HT: Horas Taller
HPC: Horas Prácticas de Campo
HE: Horas Extra clase
CR: Créditos
RQ: Requisitos
VR: Variable

5.5 Características de las unidades de aprendizaje por áreas de conocimiento

Unidad académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
Programa educativo: Bioingeniero
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudio: Plan 2020-1

Área de conocimiento: Ciencias Básicas								
Clave	**Nombre de la unidad de aprendizaje**	**HC**	**HL**	**HT**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
33523	Cálculo Diferencial	2	-	3	-	2	7	
33524	Álgebra Superior	2	-	3	-	2	7	
33530	Cálculo Integral	2	-	3	-	2	7	33523
33532	Mecánica Vectorial	2	2	2	-	2	8	33524
33533	Química	1	2	2	-	1	6	
33531	Probabilidad y Estadística	2	-	3	-	2	7	
33537	Ecuaciones Diferenciales	2	-	3	-	2	7	
33538	Electricidad y Magnetismo	2	2	1	-	2	7	
16	Biología Celular	2	-	2	-	2	6	
17	Química Orgánica	2	2	1	-	2	7	
20	Óptica y Acústica	1	2	1	-	1	5	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
34948	Cálculo Multivariable	2	-	3	-	2	7	

Área de conocimiento: Ciencias Sociales y Humanidades								
Clave	**Nombre de la unidad de aprendizaje**	**HC**	**HL**	**HT**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
33526	Comunicación Oral y Escrita	1	-	3	-	1	5	
33528	Desarrollo Profesional del Ingeniero	1	-	2	-	1	4	
33541	Metodología de la Investigación	1	-	2	-	1	4	
43	Legislación Ambiental, Industrial y de Salud	1	-	2	-	1	4	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
49	Bioética	2	-	2	-	2	6	

Área de conocimiento: Ciencias Económico-Administrativas								
Clave	**Nombre de la unidad de aprendizaje**	**HC**	**HL**	**HT**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
33552	Administración	-	-	3	-	-	3	
37	Mejora Continua en Manufactura	1	-	2	-	1	4	
33556	Ingeniería Económica	2	-	2	-	2	6	
42	Metodologías de Calidad	1	-	2	-	1	4	
33560	Emprendimiento y Liderazgo	-	-	4	-	-	4	

Área de conocimiento: Ciencias de la Ingeniería								
Clave	**Nombre de la unidad de aprendizaje**	**HC**	**HL**	**HT**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
33525	Metodología de la Programación	1	-	2	-	1	4	
33534	Programación y Métodos Numéricos	2	2	2	-	2	8	
18	Fisicoquímica	2	2	1	-	2	7	
21	Principios de Mediciones Bioeléctricas	1	2	1	-	1	5	33538
22	Circuitos Lineales	2	2	1	-	2	7	
23	Bioquímica	2	2	1	-	2	7	17
26	Microbiología	1	2	2	-	1	6	
29	Biomateriales	1	2	1	-	1	5	23
30	Fisiología	2	-	1	-	2	5	
32	Biología Molecular	1	2	2	-	1	6	26
Unidades de Aprendizaje Optativas								
50	Principios de Química Analítica	2	2	-	-	2	6	
51	Fundamentos de Redes de Datos, Internet y Videoconferencia	2	2	1	-	2	7	
53	Química Organometálica	2	3	-	-	2	7	
54	Cultivo de Tejidos	2	3	-	-	2	7	
57	Salud Ambiental	3	-	1	-	3	7	
58	Biocatálisis	2	2	1	-	2	7	

Área de conocimiento: Ingeniería Aplicada y Diseño								
Clave	**Nombre de la unidad de aprendizaje**	**HC**	**HL**	**HT**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
24	Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	1	2	1	-	1	5	18
25	Anatomía Funcional	1	-	2	-	1	4	
27	Sistemas de Control	1	2	1	-	1	5	
28	Bioelectrónica	2	2	1	-	2	7	22
31	Sistemas Digitales	2	2	1	-	2	7	
33	Procesamiento Digital de Bioseñales	2	2	1	-	2	7	27

Área de conocimiento: Ingeniería Aplicada y Diseño								
Clave	**Nombre de la unidad de aprendizaje**	**HC**	**HL**	**HT**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
34	Bioinstrumentación	2	2	1	-	2	7	28
35	Bioestadística	1	-	2	-	1	4	
39	Procesos Biotecnológicos	2	-	2	-	2	6	32
40	Biotecnología Ambiental	2	-	3	-	2	7	
41	Instrumentación Biomédica	2	2	1	-	2	7	34
44	Ingeniería Clínica	2	-	2	-	2	6	
46	Seminario de Bioingeniería	-	-	2	-	-	2	
Unidades de Aprendizaje Optativas								
52	Programación Avanzada	2	2	1	-	2	7	
55	Biomecánica	2	-	3	-	2	7	
56	Microcontroladores	2	2	1	-	2	7	
59	Diseño y Escalamiento de Procesos Biotecnológicos	2	-	3	-	2	7	
60	Biorremediación	2	-	2	1	2	7	
61	Procesamiento de Imágenes Biomédicas	2	2	1	-	2	7	
62	Instrumentación Biomédica Basada en Computadora	1	4	1	-	1	7	
63	Inmunología	1	3	2	-	1	7	
64	Bioinformática	2	-	2	-	2	6	
65	Biosensores	1	1	1	-	1	4	
66	Ingeniería Genética	2	3	-	-	2	7	

Área de conocimiento: Cultura y Tecnología								
Clave	**Nombre de la unidad de aprendizaje**	**HC**	**HL**	**HT**	**HPC**	**HE**	**CR**	**RQ**
33527	Introducción a la Ingeniería	1	-	2	-	1	4	
33529	Inglés I	1	-	3	-	1	5	
33535	Inglés II	1	-	3	-	1	5	33529

5.6. Mapa Curricular de Bioingeniero



5.7 Descripción cuantitativa del plan de estudios

Unidad académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
Programa educativo: Bioingeniero
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudio: Plan 2020-1

Distribución de Créditos por etapa de formación

Etapa	Obligatorios	Optativos	Total	Porcentajes
Básica	115	6	**121**	34.57%
Disciplinaria	105	34	**139**	39.71%
Terminal*	40	40	**80**	22.86%
Prácticas profesionales	10	-	**10**	2.86%
Total	**270**	**80**	**350**	100%
Porcentajes	77.14%	22.86%	100%	**-**

*En los créditos optativos de la etapa terminal se incluyen los dos créditos del Proyecto de Vinculación con Valor Curricular.

Distribución de créditos obligatorios por área de conocimiento

Área	Básica	Disciplinaria	Terminal	Total	Porcentajes
Ciencias Básicas	69	5	-	74	28.46%
Ciencias Sociales y Humanidades	13	-	4	17	6.54%
Ciencias Económico-Administrativas	-	13	8	21	8.08%
Ciencias de la Ingeniería	19	41	-	60	23.08%
Ingeniería Aplicada y Diseño	-	46	28	74	28.46%
Cultura y Tecnología	14	-	-	14	5.38%
Total	**115**	**105**	**40**	**260**	**100%**
Porcentajes	44.23%	40.39%	15.38%	100%	

Distribución de unidades de aprendizaje por etapas de formación

Etapa	Obligatorias	Optativas	Total
Básica	19	1	**20**
Disciplinaria	19	5	**24**
Terminal	8	6	**14**
Total	**46**	**12***	**58**

*Para promover flexibilidad y brindar opciones de formación a los estudiantes, se integran en esta propuesta 19 unidades de aprendizaje optativas.

5.8 Tipología de las unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
Programa educativo: Bioingeniero
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudio: Plan 2020-1

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Etapa Básica Obligatoria		
33523	Cálculo Diferencial	3	
	Taller de Cálculo Diferencial	2	
33524	Álgebra Superior	3	
	Taller de Álgebra Superior	2	
33525	Metodología de la Programación	3	
	Taller de Metodología de la Programación	2	
33526	Comunicación Oral y Escrita	3	
	Taller de Comunicación Oral y Escrita	2	
33528	Desarrollo Profesional del Ingeniero	3	
	Taller de Desarrollo Profesional del Ingeniero	2	
33529	Inglés I	3	
	Taller de Inglés I	2	
33527	Introducción a la Ingeniería	3	
	Taller de Introducción a la Ingeniería	2	
33530	Cálculo Integral	3	
	Taller de Cálculo Integral	2	
33532	Mecánica Vectorial	3	
	Laboratorio de Mecánica Vectorial	2	
	Taller de Mecánica Vectorial	2	
33534	Programación y Métodos Numéricos	3	
	Laboratorio de Programación y Métodos Numéricos	2	
	Taller de Programación y Métodos Numéricos	2	
33533	Química	3	
	Laboratorio de Química	2	
	Taller de Química	2	
33531	Probabilidad y Estadística	3	
	Taller de Probabilidad y Estadística	2	
33535	Inglés II	3	
	Taller de Inglés II	2	
33537	Ecuaciones Diferenciales	3	
	Taller de Ecuaciones Diferenciales	2	
33538	Electricidad y Magnetismo	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Laboratorio de Electricidad y Magnetismo	2	
	Taller de Electricidad y Magnetismo	2	
16	Biología Celular	3	
	Taller de Biología Celular	2	
17	Química Orgánica	3	
	Laboratorio de Química Orgánica	2	
	Taller de Química Orgánica	2	
18	Fisicoquímica	3	
	Laboratorio de Fisicoquímica	2	
	Taller de Fisicoquímica	2	
33541	Metodología de la Investigación	3	
	Taller de Metodología de la Investigación	2	
	Etapa Disciplinaria Obligatoria		
20	Óptica y Acústica	3	
	Laboratorio de Óptica y Acústica	2	
	Taller de Óptica y Acústica	2	
21	Principios de Mediciones Bioeléctricas	3	
	Laboratorio de Principios de Mediciones Bioeléctricas	2	
	Taller de Principios de Mediciones Bioeléctricas	2	
22	Circuitos Lineales	3	
	Laboratorio de Circuitos Lineales	2	
	Taller de Circuitos Lineales	2	
23	Bioquímica	3	
	Laboratorio de Bioquímica	2	
	Taller de Bioquímica	2	
24	Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	3	
	Laboratorio de Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	2	
	Taller de Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	2	
25	Anatomía Funcional	3	
	Taller de Anatomía Funcional	2	
26	Microbiología	3	
	Laboratorio de Microbiología	2	
	Taller de Microbiología	2	
27	Sistemas de Control	3	
	Laboratorio de Sistemas de Control	2	
	Taller de Sistemas de Control	2	
28	Bioelectrónica	3	
	Laboratorio de Bioelectrónica	2	
	Taller de Bioelectrónica	2	
29	Biomateriales	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Laboratorio de Biomateriales	2	
	Taller de Biomateriales	2	
30	Fisiología	3	
	Taller de Fisiología	2	
31	Sistemas Digitales	3	
	Laboratorio de Sistemas Digitales	2	
	Taller de Sistemas Digitales	2	
32	Biología Molecular	3	
	Laboratorio de Biología Molecular	2	
	Taller de Biología Molecular	2	
33	Procesamiento Digital de Bioseñales	3	
	Laboratorio de Procesamiento Digital de Bioseñales	2	
	Taller de Procesamiento Digital de Bioseñales	2	
34	Bioinstrumentación	3	
	Laboratorio de Bioinstrumentación	2	
	Taller de Bioinstrumentación	2	
35	Bioestadística	3	
	Taller de Bioestadística	2	
33552	Administración	--	No tiene HC
	Taller de Administración	2	
37	Mejora Continua en Manufactura	3	
	Taller de Mejora Continua en Manufactura	2	
33556	Ingeniería Económica	3	
	Taller de Ingeniería Económica	2	
	Etapa Terminal Obligatoria		
39	Procesos Biotecnológicos	3	
	Taller de Procesos Biotecnológicos	2	
40	Biotecnología Ambiental	3	
	Taller de Biotecnología Ambiental	2	
41	Instrumentación Biomédica	3	
	Laboratorio de Instrumentación Biomédica	2	
	Taller de Instrumentación Biomédica	2	
42	Metodologías de Calidad	3	
	Taller de Metodologías de Calidad	2	
43	Legislación Ambiental, Industrial y de Salud	3	
	Taller de Legislación Ambiental, Industrial y de Salud	2	
44	Ingeniería Clínica	3	
	Taller de Ingeniería Clínica	2	
33560	Emprendimiento y Liderazgo	--	No tiene HC
	Taller de Emprendimiento y Liderazgo	2	
46	Seminario de Bioingeniería	--	No tiene HC

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Taller de Seminario de Bioingeniería	2	
	Etapa Básica Optativa		
34948	Cálculo Multivariable	3	
	Taller de Cálculo Multivariable	2	
49	Bioética	3	
	Taller de Bioética	2	
50	Principios de Química Analítica	3	
	Laboratorio de Principios de Química Analítica	2	
	Etapa Disciplinaria Optativa		
51	Fundamentos de Redes de Datos, Internet y Videoconferencia	3	
	Laboratorio de Fundamentos de Redes de Datos, Internet y Videoconferencia	2	
	Taller de Fundamentos de Redes de Datos, Internet y Videoconferencia	2	
52	Programación Avanzada	3	
	Laboratorio de Programación Avanzada	2	
	Taller de Programación Avanzada	2	
53	Química Organometálica	3	
	Laboratorio de Química Organometálica	2	
54	Cultivo de Tejidos	3	
	Laboratorio de Cultivo de Tejidos	2	
55	Biomecánica	3	
	Taller de Biomecánica	2	
56	Microcontroladores	3	
	Laboratorio de Microcontroladores	2	
	Taller de Microcontroladores	2	
57	Salud Ambiental	3	
	Taller de Salud Ambiental	2	
58	Biocatálisis	3	
	Laboratorio de Biocatálisis	2	
	Taller de Biocatálisis	2	
	Etapa Terminal Optativa		
59	Diseño y Escalamiento de Procesos Biotecnológicos	3	
	Taller de Diseño y Escalamiento de Procesos Biotecnológicos	2	
60	Biorremediación	3	
	Taller de Biorremediación	2	
	Práctica de Campo de Biorremediación	1	
61	Procesamiento de Imágenes Biomédicas	3	

Clave	Nombre de la unidad de aprendizaje	Tipo	Observaciones
	Laboratorio de Procesamiento de Imágenes Biomédicas	2	
	Taller de Procesamiento de Imágenes Biomédicas	2	
62	Instrumentación Biomédica Basada en Computadora	3	
	Laboratorio de Instrumentación Biomédica Basada en Computadora	2	
	Taller de Instrumentación Biomédica Basada en Computadora	2	
63	Inmunología	3	
	Laboratorio de Inmunología	2	
	Taller de Inmunología	2	
64	Bioinformática	3	
	Taller de Bioinformática	2	
65	Biosensores	3	
	Laboratorio de Biosensores	2	
	Taller de Biosensores	2	
66	Ingeniería Genética	3	
	Laboratorio de Ingeniería Genética	2	

La tipología de las asignaturas se refiere a los parámetros que se toman en cuenta para la realización eficiente del proceso de aprendizaje integral, tomando en consideración la forma en como ésta se desarrolla de acuerdo a sus características, es decir, teóricas o prácticas (laboratorio, taller, clínica o práctica de campo etc.), el equipo necesario, material requerido y espacios físicos en los que se deberá desarrollar el curso, todo ello determinará la cantidad de alumnos que podrán atenderse por grupo.

De acuerdo con la Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC, 2010), existen tres tipologías y es importante precisar, que será el rango normal el que deberá predominar para la formación de los grupos; los casos de límite superior e inferior sólo deberán considerarse cuando la situación así lo amerite por las características propias de la asignatura. Así mismo, se deberá considerar la infraestructura de la unidad académica, evitando asignar un tipo 3 (grupo numeroso) a un laboratorio con capacidad de 10 a 12 alumnos cuya característica es Horas clase (HC) y Horas laboratorio (HL). La tipología se designará tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo 1. Está considerado para aquellas actividades de la enseñanza en las que se requiere la manipulación de instrumentos, animales o personas, en donde la responsabilidad de asegurar el adecuado manejo de los elementos es del docente y donde, además, es indispensable la supervisión de la ejecución del alumno de manera directa y continua (clínica y práctica). El rango correspondiente a este tipo es: Rango normal = 6 a 10 alumnos
- Tipo 2. Está diseñado para cumplir con una amplia gama de actividades de enseñanza aprendizaje, en donde se requiere una relación estrecha para supervisión o asesoría del docente. Presupone una actividad predominante del alumno y un seguimiento vigilante e instrucción correctiva del profesor (talleres, laboratorios). Rango normal = 12 a 20 alumnos.
- Tipo 3. Son asignaturas básicamente teóricas en las cuales predominan las técnicas expositivas; la actividad se lleva a cabo dentro del aula y requiere un seguimiento por parte del profesor del grupo en el proceso de aprendizaje integral: Rango normal = 24 a 40 alumnos

5.9. Equivalencias de las unidades de aprendizaje

Unidad académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
Programa educativo: Bioingeniero
Grado académico: Licenciatura
Plan de estudio: 2020-1

Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2020-1	Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2009-2
	Etapa Básica Obligatoria		
33523	Cálculo Diferencial	11210	Cálculo Diferencial
33524	Álgebra Superior	11211	Algebra Lineal
33525	Metodología de la Programación	11214	Programación
33526	Comunicación Oral y Escrita	11207	Comunicación Oral y Escrita
33528	Desarrollo Profesional del Ingeniero	11206	Desarrollo Humano
33529	Inglés I	---	Sin equivalencia
33527	Introducción a la Ingeniería	11208	Introducción a la Ingeniería
33530	Cálculo Integral	11216	Cálculo Integral
33532	Mecánica Vectorial	11217 11347	Estática Dinámica
33534	Programación y Métodos Numéricos	11790	Métodos Numéricos
33533	Química	11209	Química General
33531	Probabilidad y Estadística	11212	Probabilidad y Estadística
33535	Inglés II	---	Sin equivalencia
33537	Ecuaciones Diferenciales	11632	Ecuaciones Diferenciales
33538	Electricidad y Magnetismo	11215	Electricidad y Magnetismo
16	Biología Celular	11787	Biología Celular
17	Química Orgánica	11788	Química Orgánica
18	Fisicoquímica	11786	Fisicoquímica
33541	Metodología de la Investigación	11213	Metodología de la Investigación
	Etapa Disciplinaria Obligatoria		
20	Óptica y Acústica	11800	Óptica y Acústica
21	Principios de Mediciones Bioeléctricas	11797	Sistemas de Medición
22	Circuitos Lineales	11789	Circuitos Lineales
23	Bioquímica	11791	Bioquímica
24	Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	11795	Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas
25	Anatomía Funcional	11794	Anatomía Funcional
26	Microbiología	---	Sin equivalencia

Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2020-1	Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2009-2
27	Sistemas de Control	11804	Sistemas de Control
28	Bioelectrónica	11793	Amplificadores de Bioseñales
29	Biomateriales	11796	Biomateriales
30	Fisiología	11798	Fisiología
31	Sistemas Digitales	11792	Sistemas Digitales
32	Biología Molecular	---	Sin equivalencia
33	Procesamiento Digital de Bioseñales	11808	Procesamiento Digital de Señales Biofisiológicas
34	Bioinstrumentación	11799	Bioinstrumentación
35	Bioestadística	---	Sin equivalencia
33552	Administración	11643	Administración
37	Mejora Continua en Manufactura	11806	Procesos de Manufactura
33556	Ingeniería Económica	11802	Formulación y Evaluación de Proyectos
	Etapa Terminal Obligatoria		
39	Procesos Biotecnológicos	11807	Procesos Biotecnológicos
40	Biotecnología Ambiental	11805	Biotecnología Ambiental
41	Instrumentación Biomédica	11803	Instrumentación Biomédica
42	Metodologías de Calidad	---	Sin equivalencia
43	Legislación Ambiental, Industrial y de Salud	11801	Legislación Ambiental e Industrial
44	Ingeniería Clínica	11810	Ingeniería Clínica
33560	Emprendimiento y Liderazgo	11809	Creación y Desarrollo de Bioempresas
46	Seminario de Bioingeniería	---	Sin equivalencia
	Etapa Básica Optativa		
34948	Cálculo Multivariable	11674	Cálculo Multivariable
49	Bioética	11812	Bioética
50	Principios de Química Analítica	12369	Principios de Química Analítica
	Etapa Disciplinaria Optativa		
51	Fundamentos de Redes de Datos, Internet y Videoconferencia	11813	Comunicación de Datos y Redes de Computadora
52	Programación Avanzada	11815	Programación Avanzada
53	Química Organometálica	11817	Química Organometálica
54	Cultivo de Tejidos	11818	Cultivo de Tejidos
55	Biomecánica	11820	Biomecánica
56	Microcontroladores	11823	Microprocesadores y Microcontroladores
57	Salud Ambiental	11824	Salud Ambiental
58	Biocatálisis	11825	Biocatálisis
	Etapa Terminal Optativa		
59	Diseño y Escalamiento de	11827	Diseño y Escalamiento de

Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2020-1	Clave	Unidad de aprendizaje Plan 2009-2
	Procesos Biotecnológicos		Procesos Biotecnológicos
60	Biorremediación	11828	Biorremediación
61	Procesamiento de Imágenes Biomédicas	11831	Procesamiento de Imágenes Biomédicas
62	Instrumentación Biomédica Basada en Computadora	11832	Instrumentación Biomédica Basada en Computadora
63	Inmunología	19528	Inmunología
64	Bioinformática	14698	Bioinformática
65	Biosensores	33613	Biosensores
66	Ingeniería Genética	---	Sin equivalencia

6. Descripción del sistema de evaluación

Para el buen funcionamiento de la estructura curricular propuesta se debe contar con un sistema de evaluación que permita detectar problemas e implementar acciones correctivas. La evaluación del plan de estudios está ligada a todos los elementos que hacen posible que la unidad académica funcione correctamente, abarcando las tareas y actividades desarrolladas en su interior, sin olvidar las relaciones con la sociedad.

6.1. Evaluación del plan de estudios

De acuerdo con la normatividad institucional, la unidad académica llevará a cabo procesos de evaluación permanente y sistematizada que permita establecer acciones con el fin de mejorar el currículo y con ello incidir en la calidad educativa. Brovelli (2001) señala que el objeto a ser evaluado, en el marco de la evaluación curricular, se enmarca en dos aspectos complementarios:

1. Evaluación del diseño curricular como documento, concebido como norma.
2. Evaluación del currículum real o implementado, concebido como práctica.

El programa educativo Bioingeniero realizará una evaluación de seguimiento después de 2 años de su operación con el propósito de valorar su instrumentación y hacer los ajustes que se consideren pertinentes. Este proceso estará sujeto a la valoración de plan de estudios, actividades para la formación integral, trayectoria escolar, personal académico, infraestructura, vinculación y extensión, y servicios y programas de apoyo, de a la normatividad institucional vigente.

Después de 2 años de egreso de alumnos del plan de estudios, se realizará la evaluación externa e interna del programa educativo con el propósito de valorar su impacto de acuerdo a los planteamientos de la normatividad vigente de la UABC. El propósito es tomar las decisiones que conlleven a la actualización o modificación del programa educativo. En ambos procesos, las unidades académicas deberán realizar un reporte formal que documente los resultados.

6.2. Evaluación del aprendizaje

De acuerdo con el Estatuto Escolar, la evaluación de los procesos de aprendizaje tiene por objeto: (1) que las autoridades universitarias, los académicos y alumnos dispongan de la información adecuada para evaluar los resultados del proceso educativo y propiciar su mejora continua; (2) que los alumnos conozcan el grado de aprovechamiento académico que han alcanzado y, en su caso, obtengan la promoción y estímulo correspondiente, y (3) evidenciar las competencias adquiridas durante el proceso de aprendizaje.

La evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje demanda una estructura colegiada, operativa, normada, permanente y formal (UABC, 2010), sus acciones están dirigidas principalmente a:

a) Definición, revisión y actualización de competencias por lograr y de los criterios académicos para la evaluación y seguimiento del desempeño del alumno.
b) Toma de decisiones para eliminar las diferencias, siempre y cuando no se inhiba la creatividad, la originalidad, la libre cátedra y el liderazgo académico; y modificar la dinámica de la relación alumno profesor.

Con el fin de disponer de información adecuada para evaluar los resultados del proceso educativo y propiciar su mejora, se realiza la evaluación del aprendizaje considerando el Estatuto Escolar vigente de la UABC, en donde se describe el objeto de evaluación y la escala de calificaciones, de los tipos de exámenes, de las evaluaciones institucionales, de los procedimientos y formalidades de la evaluación, de la revisión de los exámenes y de la asistencia a clases. La evaluación:

1. Estará centrada en el estudiante para el ejercicio de competencias en su profesión, de acuerdo al perfil de egreso en el campo profesional del Bioingeniero.
2. Se basará en conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes, valores desarrollados por el estudiante y demostrados en su desempeño como competencias.

La evaluación de la unidad de aprendizaje se realizará en diferentes momentos del periodo escolar de acuerdo a sus características propias. La evaluación docente institucional cobra importancia en este proceso porque sus resultados permitirán

recomendar a los académicos a tomar cursos de actualización docente que incida en su proceso de enseñanza - aprendizaje, donde se verán favorecidos los estudiantes.

Es importante precisar que en caso de ser necesario, se cuenta con las condiciones y el personal para realizar cursos de nivelación de estudiantes en cada etapa del proceso formativo.

6.3. Evaluación colegiada del aprendizaje

Las evaluaciones colegiadas se apegarán a las descripciones de evaluaciones institucionales definidas en el Estatuto Escolar vigente mismas que permiten constatar el cumplimiento de las competencias profesionales y específicas planteadas en el plan de estudios, para ello, las evaluaciones se referirán a las competencias de (a) una unidad de aprendizaje, (b) un conjunto de unidades de aprendizaje, (c) la etapa de formación Básica, Disciplinaria o Terminal, (d) egreso, y se integrarán con criterios de desempeño que describan el resultado que deberá obtener el alumno y las características con que lo realizará, así como las circunstancias y el ámbito que permitan verificar si el desempeño es el correcto.

Las evaluaciones colegiadas se instrumentarán desde el interior de la Universidad, o externamente cuando se opte por evaluaciones expresamente elaboradas por entidades externas especializadas. Los resultados de la evaluación permitirán detectar los obstáculos y dificultades de aprendizaje, para reorientar permanentemente la actividad hacia el dominio de competencias.

La evaluación colegiada del aprendizaje es la estrategia fundamental para evaluar integralmente el éxito de la implementación del Programa Educativo. La evaluación colegiada del aprendizaje representa un esfuerzo institucional renovado y perfectible constantemente en aras de alcanzar estándares de calidad a nivel internacional en la impartición de los procesos de enseñanza – aprendizaje

Son evaluaciones colegiadas del aprendizaje:

I. Los exámenes departamentales,

II. Los exámenes de trayecto,

III. Los exámenes de egreso,

IV. Los exámenes que las Unidades Académicas determinen pertinentes para el logro de los propósitos enunciados en este apartado.

Exámenes Departamentales

Normativamente, los exámenes departamentales tienen como propósito:

I. Conocer el grado de dominio que el alumno ha obtenido sobre la unidad de aprendizaje que cursa en relación a las competencias que en dicho curso deben lograrse.
II. Verificar el grado de avance del programa de la unidad de aprendizaje de conformidad a lo establecido en el Estatuto Escolar.
III. Conocer el grado de homogeneidad de los aprendizajes logrados por los alumnos de la misma unidad de aprendizaje que recibieron el curso con distintos profesores.

En una descripción más específica, las evaluaciones departamentales son instrumentos a gran escala de referencia criterial mediante los cuales, el estudiante demuestra lo que sabe hacer, por lo que en primera instancia, da cuentas del desempeño del estudiante respecto a un conjunto de competencias asociadas a una unidad de aprendizaje. Sin embargo, siguiendo la metodología compartida por el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la UABC, un examen departamental desarrollado de manera colegiada, permite: comprender el valor de un programa de aprendizaje pues, al ser alineado al currículum, detecta áreas de oportunidad del mismo (por ejemplo, que no contenga objetivos claros o realistas); homogeneizar la operación del currículum en el aula; detectar unidades y temas más problemáticos para los estudiantes; entre otros. Aún más, los resultados desembocan en el planteamiento de estrategias de enseñanza-aprendizaje y toma de decisiones que permitan mejorar la calidad de la unidad de aprendizaje para, finalmente, mejorar la calidad del programa educativo.

Por lo anterior, las unidades académicas de la DES de Ingeniería, y bajo la asesoría de entidades o especialistas en el tema de evaluación del aprendizaje

elaborarán exámenes departamentales de las unidades de aprendizaje del Tronco Común de la DES que mejor arrojen información sobre la implementación exitosa del programa, bajo modelos y criterios metodológicos probados. Así mismo, por razones de la matrícula, la cantidad de cursos que se ofertan bajo la conducción de distintos profesores, o tasa de aprobación/reprobación, las unidades académicas elaborarán exámenes departamentales de aquellas unidades de aprendizaje que les sean de particular interés, tales como:

a. Unidades de aprendizaje homologadas con otros programas de ingeniería de la etapa de formación Básica y Disciplinaria,
b. Unidades de aprendizaje integradoras,
c. Otras de interés.

Cuando las unidades académicas así lo determinen conveniente, los exámenes departamentales podrán elaborarse como exámenes parciales o totales; el resultado de la evaluación departamental incidirá en la calificación del alumno en hasta un cincuenta por ciento cuando así lo determine la unidad académica.

Las unidades académicas establecerán las fechas, horarios y logística de la aplicación de las evaluaciones departamentales que mejor se ajusten a su matrícula y recursos, remitiendo los resultados a los profesores para su consideración obligatoria en la evaluación del alumno.

Examen de Egreso

El examen de egreso tiene como propósito:

I. Conocer el grado de dominio que el alumno ha obtenido al concluir sus estudios en relación a las competencias profesionales enunciadas en el Plan de Estudios.
II. Verificar el grado de avance, pertinencia y actualidad del conjunto de programas de unidades de aprendizaje que comprenden el Plan de Estudios.

Presentar el examen de egreso es un requisito de egreso, y se recurrirá preferentemente al Examen General de Egreso de Licenciatura (EGEL) del Centro

Nacional de Evaluación A.C. (CENEVAL) que corresponda al Programa Educativo, y las Unidades Académicas establecerán un procedimiento que determinará los criterios de elegibilidad, registro y demás que sean necesarios.

Los resultados de esta evaluación orientarán a las unidades académicas en la toma de decisiones para mantener o mejorar la pertinencia, organización, operación del plan de estudios en su conjunto.

7. Revisión externa

Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

Departamento de Procesos y Tecnología
Comunidad académica comprometida
con el desarrollo humano de la sociedad.

México, CDMX a 5 de marzo de 2019.

Dr. Juan Iván Nieto Hipólito
Director de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño
Universidad Autónoma de Baja California

Asunto: Pertinencia de la modificación del plan de estudios de Bioingeniero

Estimado Dr. Nieto,

Dada la familiaridad del plan de licenciatura de Bioingeniero de la UABC con el que manejamos en la UAM Unidad Cuajimalpa sobre Ingeniero Biológico, me permito dar mi opinión sobre el plan de Estudios de Bioingeniero que se está presentando, no sin mencionar antes que los planes de estudio que vinculan la ingeniería con las áreas biológicas impactan en importantes áreas laborales que vivimos hoy en día en nuestro país y nuestro mundo y que es indispensable mantenerlas actualizadas y vinculadas con la sociedad y las diferentes industrias.

Después de revisar puntualmente el documento enviado, me permito comentar ciertos puntos:

- Los cambios propuestos sobre las unidades de aprendizaje son adecuados y pertinentes al contexto de la licenciatura, especialmente las optativas que ahora pasaron a obligatorias (Microbiología, Biología Molecular, Bioestadística y Metodologías de Calidad) o las obligatorias administrativas (Administración, Ingeniería Económica, y Emprendimiento y Liderazgo).
- La inclusión de unidades de aprendizaje como Metodología de calidad es un punto muy acertado debido a la necesidad que los egresados expresan sobre la formación indispensable en estos tiempos.
- La inclusión del taller de Seminario de Bioingeniería es acertado y necesario dado que permite un contacto directo con aplicaciones de la bioingeniería.
- Las unidades de aprendizaje integradoras de la Etapa Terminal, reflejan la diversidad de áreas donde pueden desarrollarse los bioingenieros (Procesos

Departamento de Procesos y Tecnología, División de Ciencias Naturales e Ingeniería,
Universidad Autónoma Metropolitana – Cuajimalpa
Prol. Vasco de Quiroga 4871, Col. Santa Fe-Cuajimalpa. Deleg. Cuajimalpa de Morelos,
C.P. 05300, México, D.F. Tel. +52 58146500 ext. 3872; Correo electrónico: dreyes@correo.cua.uam.mx

biotecnológicos, Biotecnología ambiental, instrumentación biomédica, ingeniería clínica y liderazgo y emprendimiento). Mantenerlas es un gran acierto.

Por los motivos anteriores, me permito expresar mi acuerdo total con las modificaciones al plan de estudios de Bioingeniero presentados en este documento.

Sin más por el momento, quedo de ustedes.

Atentamente,
"Casa abierta al tiempo"



Dra. Dolores Reyes Duarte
Profesor investigador titular "C".
Licenciatura en Ingeniería Biológica
Departamento de Procesos y Tecnología, DCNI.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
CHIHUAHUA

Chihuahua, Chih., a 01 de abril de 2019

OFICIO: IBSA-0042/2019

DR. DANIEL HERNANDEZ BALBUENA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

P R E S E N T E.-

Por medio del presente, me permito enviar un saludo y comentarle que de acuerdo a lo solicitado en el oficio Dir. NO. 042112019-1 y gracias a la gran similitud entre los programas de la Universidad Autónoma de Baja California y la Universidad Autónoma de Chihuahua, Bioingeniería e Ingeniería Biomédica respectivamente, realice un análisis y revisión a la propuesta Plan 2019-2 del programa de licenciatura de Bioingeniería de su universidad.

Después de la revisión de dicho programa me gustaría comentar lo siguiente:

- La propuesta del Plan 2019-2 contempla responder a las necesidades del campo laboral agregando unidades de aprendizaje obligatorias considerando las necesidades tanto de los alumnos como de los futuros empleadores.
- La integración de materias por áreas de conocimiento que se proponen en el Plan 2019-2 se adecua de acuerdo a lo solicitado por CACEI, facilitando y ayudando esto al proceso futuro de acreditación del programa.
- El incremento de la competitividad de los egresados nacional e internacionalmente es un punto indispensable para todas las Universidades como para los organismos certificadores, y el Plan 2019-2 toma en cuento esto ingresando al tronco común la materia de Ingles, eliminándola de las materias optativas.
- Existe congruencia en el mapa curricular del plan de estudios 2019-2 con las mejoras propuestas en diversas unidades de aprendizaje.

Por lo anterior, envío a Usted y su equipo una calurosa felicitación, no sin antes mencionar mi total acuerdo a la modificación del plan de estudios presentado.

Sin más por el momento, quedo de Usted.

ATENTAMENTE
"MENTI DA LUCEM; MANIBUS ARTEM"

ING. NATALIA GABRIELA SÁMANO LIRA.
COORDINADORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA.
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS BIOMÉDICA
Circuito Universitario, Campus II, C.P. 311(
Tel. 52(614) 238.60
Chihuahua, Chih., Méxi
www.fm.uach.m

Ciudad Juárez, Chihuahua a 1 de abril de 2019

Dr. Daniel Hernández Balbuena
Director de la Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Baja California

Asunto: Revisión de la modificación del plan de estudios de Bioingeniería

Estimado Dr. Hernández,

Tras haber revisado y analizado las modificaciones propuestas del plan de estudios de la licenciatura de Bioingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California, y dada la familiaridad con el plan de estudios de Ingeniero Biomédico de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, me permito compartirle mi opinión y observaciones siguientes:

- Los cambios propuestos van acorde a las necesidades actuales de la industria e investigación relacionadas con la biotecnología, biomédica, bioprocesos, y otras ramas de la bioingeniería.
- El aumento de la flexibilidad curricular cercana a un 23% se considera muy acertada dada la amplitud de aplicación del conocimiento de la bioingeniería en la industria e investigación, permitiendo así al futuro profesionista expandir su campo de desempeño.
- La inclusión de la impartición de asignaturas en una lengua extranjera se considera indispensable para la ampliación del idioma (inglés), en relación al conocimiento de términos técnicos necesarios para su desenvolvimiento profesional.
- De la sección 4.3 referente a la Titulación, punto 2, se recomienda de ser posible especificar con más claridad los requisitos de la titulación por promedio general tales como: no reflejar en cardex materias reprobadas, no haber dado de baja periodos escolares o asignaturas. De ser posible, incrementar el promedio general de calificaciones mínimo de 90.
- De la sección 4.4.2 referente a la Descripción de la planta académica, se recomienda mencionar el grado de dominio de lengua extranjera, acreditado y demostrado, que requiere el personal docente para autorizar la impartición de asignaturas en una lengua extranjera.

Av. del Charro 450 norte • C. P. 32310 • A. P. 100 • Ciudad Juárez, Chih., México • Teléfono (656) 688 4812

- De la sección 4.4.3 referente a la Descripción de la infraestructura, materiales y equipo de las unidades académicas, es importante considerar las adecuadas características de nivel de seguridad de laboratorios destinados para las subáreas listadas en la página 84, tales que cumplan así mismo con los planes de las unidades de aprendizaje del programa educativo, e.g. cultivo de tejidos, ingeniería genética, biocatálisis, microbiología.

Por los motivos anteriores, me permito expresar mi acuerdo con las modificaciones al plan de estudios de Bioingeniería presentados en este documento.

Sin más por el momento, quedo de ustedes.

ATENTAMENTE

Dr. Adeodato Israel Botello Arredondo
Profesor de Carrera PTC-B1
Ingeniería Biomédica
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación
Instituto de Ingeniería y Tecnología
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

8. Referencias

Brovelli, M. (2001). Evaluación curricular. *Fundamentos en Humanidades Universidad Nacional de San Luis*, II (2), 101-122.

Gobierno del Estado de Baja California. (2015). *Plan Estatal de Desarrollo 2015-2019*. Recuperado de http://www.copladebc.gob.mx/PED/documentos/Actualizacion%20del%20Plan%20Estatal%20de%20Desarrollo%202014-2019.pdf

Secretaría de Educación Pública. (2013). *Plan Sectorial de Educación 2013- 2018*. México: Autor.

Universidad Autónoma de Baja California. (1982[10]*). *Reglamento General de Exámenes Profesionales*. México: Autor

Universidad Autónoma de Baja California. (2004*). *Reglamento de Prácticas Profesionales.* México: Autor.

Universidad Autónoma de Baja California. (2007*). *Reglamento de Servicio Social.* México: Autor.

Universidad Autónoma de Baja California. (2010). *Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California.* México: Autor. Recuperado de http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/guiametodol%F3gica. pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2012*). *Manual de Tutorías.* México: Autor.

Universidad Autónoma de Baja California. (2013). *Modelo educativo de la UABC.* México: Autor.

[10] Normativa actual. La operación del plan de estudio se rige con la normatividad vigente de la Universidad.

Universidad Autónoma de Baja California. (2019). *Plan de Desarrollo Institucional 2019-2023.* México: Autor. Recuperado de http://www.uabc.mx/planeacion/pdi/2019-2023/PDI_2019-2023.pdf

Universidad Autónoma de Baja California. (2017). *Código de Ética de la Universidad Autónoma de Baja California.* México: Autor.

Universidad Autónoma de Baja California. (2018*). *Estatuto Escolar.* México: Autor.

9. Anexos

9.1. Anexo 1. Formatos metodológicos

FORMATO METODOLÓGICO I. PROBLEMÁTICAS Y COMPETENCIAS GENERALES

PROBLEMÁTICAS DEMANDAS NECESIDADES TENDENCIAS DE LA DISCIPLINA	COMPETENCIA PROFESIONAL	ÁMBITO
Existe una demanda creciente de profesionistas con habilidades y competencias especializadas para la experimentación, la manufactura y el diseño de equipos, dispositivos y materiales de bioingeniería que resuelvan las necesidades de los sectores regionales, nacionales e internacionales; en el ámbito empresarial y del sector salud.	1. Diseñar y generar equipos, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, mediante la aplicación de fundamentos teórico prácticos de la bioingeniería y estándares de calidad internacional, para lograr la mejora continua de recursos tecnológicos y económicos de las empresas y del sector salud, que mejore la calidad de vida de la población, con una actitud colaborativa y responsabilidad social con énfasis en el cuidado del medio ambiente.	Incidirá en el sector público y privado con cobertura local, estatal, regional, nacional e internacional.
La creciente incorporación de empresas biotecnológicas y del sector salud, requiere de profesionistas capacitados para proponer, gestionar, instalar y mantener en marcha sistemas tecnológicos, con espacios físicos especializados.	2. Proponer y gestionar espacios físicos, sistemas tecnológicos e informáticos de función biomédica, biotecnológica e industrial, aplicando las técnicas y herramientas de la bioingeniería con apego a la normatividad vigente, para coadyuvar en la atención de calidad en el ámbito de la salud y el aseguramiento en los procesos industriales, con honestidad y actitud hacia el trabajo interdisciplinario.	Incidirá en el sector público y privado con cobertura local, estatal, regional, nacional e internacional.

PROBLEMÁTICAS DEMANDAS NECESIDADES TENDENCIAS DE LA DISCIPLINA	COMPETENCIA PROFESIONAL	ÁMBITO
La degradación del ambiente y los recursos limitados hacen necesario el diseño e implementación de estrategias sostenibles enfocadas a los bioprocesos y a la reducción del deterioro ambiental, en el ámbito de la bioingeniería.	3. Diseñar e implementar estrategias de generación de bioprocesos, mediante el empleo de fundamentos, técnicas, métodos de la bioingeniería y recursos biotecnológicos para la prevención y resolución de problemas ambientales y contribución al desarrollo sostenible, con actitud innovadora, comprometida y tolerante.	Incidirá en el sector público y privado con cobertura local, estatal, regional, nacional e internacional.
Necesidad de las organizaciones por fortalecer sus procesos de gestión administrativa en el ámbito de la bioingeniería, para contribuir al desarrollo económico y productivo; así como la creación de nuevos espacios y entornos productivos.	4. Gestionar recursos humanos, materiales y financieros, en el diseño, manufactura, comercialización, equipamiento de productos y servicios de la bioingeniería, mediante la aplicación del proceso administrativo, para contribuir en el desarrollo de las organizaciones y creación de nuevos espacios productivos, con liderazgo, ética, emprendimiento, creatividad y responsabilidad.	Incidirá en el sector público y privado con cobertura local, estatal, regional, nacional e internacional.

FORMATO METODOLÓGICO II. IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS QUE INTEGRAN CADA COMPETENCIA PROFESIONAL

COMPETENCIA GENERAL	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
1. Diseñar y generar equipos, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, mediante la aplicación de fundamentos teórico prácticos de la bioingeniería y estándares de calidad internacional, para lograr la mejora continua de recursos tecnológicos y económicos de las empresas y del sector salud, que mejore la calidad de vida de la población, con una actitud colaborativa y responsabilidad social con énfasis en el cuidado del medio ambiente.	1.1. Analizar los fundamentos y procedimientos de las ciencias básicas de la ingeniería, matemáticas, biológicas y de la salud, mediante el estudio de modelos teóricos y técnicas experimentales, para comprender los procesos de diseño, evaluación y manufactura de equipo, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, con actitud crítica y responsable.
	1.2. Diseñar y evaluar herramientas, dispositivos, aparatos, materiales y sistemas innovadores de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental, mediante la aplicación de procedimientos científicos y fundamentos de la bioingeniería que mejoren la competitividad y el desarrollo económico y social de la región, con actitud proactiva, honestidad y respeto al medio ambiente.
	1.3. Manufacturar herramientas, dispositivos, aparatos y sistemas de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental, atendiendo a procedimientos y técnicas de producción y calidad, con base a la normatividad nacional e internacional vigente para el aumento de la productividad y la satisfacción de la demanda, con respeto al medio ambiente y actitud proactiva.
2. Proponer y gestionar espacios físicos, sistemas tecnológicos e informáticos de función biomédica, biotecnológica e industrial, aplicando las técnicas y herramientas de la bioingeniería con apego a la normatividad vigente, para coadyuvar en la atención de calidad en el ámbito de la salud y el aseguramiento en los procesos industriales,	2.1. Analizar cualitativa y cuantitativamente los espacios con potencialidad a alojar equipos e instrumentación que se emplea en servicios de salud y procesos de producción, mediante las especificaciones técnicas y normatividad vigente para identificar los recursos y servicios disponibles que cumplan los protocolos de seguridad e higiene, así como la calidad de los productos y/o servicios brindados con sentido crítico y de responsabilidad social y ambiental.

COMPETENCIA GENERAL	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
con honestidad y actitud hacia el trabajo interdisciplinario.	2.2. Evaluar herramientas, dispositivos y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, mediante el análisis comparativo de costos, funcionalidad, operatividad, especificaciones técnicas y normatividad, para fundamentar y plantear la mejor alternativa de desarrollo en el ámbito hospitalario e industrial, con una actitud propositiva, responsable y honesta.
	2.3. Instalar y operar dispositivos, aparatos, herramientas y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, de acuerdo a las especificaciones, requerimientos técnicos y normatividad, para eficientizar los servicios de salud y procesos industriales, con responsabilidad y respeto al medio ambiente.
3. Diseñar e implementar estrategias de generación de bioprocesos, mediante el empleo de fundamentos, técnicas, métodos de la bioingeniería y recursos biotecnológicos, para la prevención y resolución de problemas ambientales y contribución al desarrollo sostenible, con actitud innovadora, comprometida y tolerante.	3.1. Diseñar y desarrollar técnicas sustentables en la implementación de bioprocesos innovadores con aplicación biomédica, agrícola, ambiental e industrial, mediante el empleo de herramientas biotecnológicas apegadas a las normas ambientales, para mejorar estándares de producción y calidad, con creatividad, sentido crítico y respeto por la naturaleza.
	3.2. Proponer y establecer el escalamiento de bioprocesos así como las estrategias orientadas a la prevención y disminución del deterioro ambiental, aplicando fundamentos, procedimientos y técnicas biotecnológicas para mejorar la producción y competitividad del sector biomédico, agrícola e industrial, con actitud emprendedora, empatía, solidaridad y compromiso social.
	3.3. Proponer e implementar medidas orientadas a la solución de problemas ambientales, mediante la integración de los principios de la ciencia y tecnología, para impulsar el uso de bioprocesos de bajo impacto ambiental, con actitud innovadora, profesionalismo y respeto al medio ambiente.

COMPETENCIA GENERAL	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
4. Gestionar recursos humanos, materiales y financieros, en el diseño, manufactura, comercialización, equipamiento de productos y servicios de la bioingeniería, mediante la aplicación del proceso administrativo, para contribuir en el desarrollo de las organizaciones y creación de nuevos espacios productivos, con liderazgo, ética, emprendimiento, creatividad y responsabilidad.	4.1. Analizar la estructura empresarial del ámbito de la bioingeniería a través del proceso administrativo para insertarse de forma eficiente en grupos de trabajo multidisciplinario, con una actitud proactiva y empática con su entorno.
	4.2. Gestionar proyectos bioingenieriles mediante la adecuada aplicación de los procesos administrativos y los requerimientos previstos en la normatividad y regulación pertinentes; para identificar oportunidades y propiciar la rentabilidad de la empresa, con actitud emprendedora, responsabilidad y respeto.

FORMATO METODOLÓGICO III. ANÁLISIS DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS EN CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, DESTREZAS, ACTITUDES Y VALORES

COMPETENCIA PROFESIONAL 1: Diseñar y generar equipos, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, mediante la aplicación de fundamentos teórico prácticos de la bioingeniería y estándares de calidad internacional, para lograr la mejora continua de recursos tecnológicos y económicos de las empresas y del sector salud, que mejore la calidad de vida de la población, con una actitud colaborativa y responsabilidad social con énfasis en el cuidado del medio ambiente.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
1.1. Analizar los fundamentos y procedimientos de las ciencias básicas de la ingeniería, matemáticas, biológicas y de la salud, mediante el estudio de modelos teóricos y técnicas experimentales, para comprender los procesos de diseño, evaluación y manufactura de equipo, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, con actitud crítica y responsable.	• Derivadas e integrales en un plano y en el espacio • Propiedades térmicas y dinámicas de los materiales • Propiedades físicas y químicas de la materia • Fenómenos eléctricos y magnéticos • Comportamiento estático y dinámico de los sólidos, líquidos y gases • Lógica de programación • Sistemas dinámicos biológicos • Fisiología, bioquímica y estructura celular • Funcionamiento y estructura del cuerpo humano • Tecnologías de la Información y las	• Aplicar herramientas físico – matemáticas a la solución de problemas de diseño en ingeniería • Análisis y síntesis de datos biomédicos • Manejar instrumentos de medición básicos • Modelado matemático de fenómenos físicos y biológicos • Redacción en idioma español e inglés de informes técnicos y científicos • Manejo de equipo e instrumental de laboratorio • Abstracción espacial en problemas de las	• Honestidad • Creatividad • Interés por el conocimiento científico • Trabajo en equipo • Respeto • Integridad

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
	Comunicaciones. • Historia y evolución de la bioingeniería • Algoritmos matemáticos, matrices y determinantes • Estadística descriptiva e inferencial. • Fundamentos de comunicación humana efectiva • Metrología y normas de seguridad • Bioseguridad y conservación del medio ambiente • Tratamiento de datos ambientales • Normatividades y técnicas de manejo de sujetos de pruebas • Cálculos estequiométricos	ciencias e ingeniería • Integración y coordinación de equipos de trabajo multidisciplinarios • Aplicar las normas y técnicas de manejo de sujetos de prueba • Planear, realizar y documentar experimentos de laboratorio • Identificar, formular y resolver problemas de ciencia básica de manera sistemática	
1.2. Diseñar y evaluar herramientas, dispositivos, aparatos, materiales y sistemas innovadores de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental, mediante la aplicación de procedimientos científicos y fundamentos de la bioingeniería que mejoren la competitividad y el desarrollo	• Derivadas e integrales en un plano y en el espacio • Ciencia de los materiales • Propiedades térmicas y dinámicas de los materiales • Propiedades físicas y químicas de la materia • Fenómenos eléctricos y	• Aplicar herramientas físico– matemáticas a la solución de problemas de diseño en ingeniería • Modelar sistemas biológicos de aplicación biomédica.	• Honestidad • Creatividad • Interés por el conocimiento científico • Trabajo en equipo • Respeto

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
económico y social de la región, con actitud proactiva, honestidad y respeto al medio ambiente.	magnéticos • Comportamiento estático y dinámico de los sólidos, líquidos y gases • Sistemas dinámicos biológicos • Fisiología, bioquímica y estructura celular • Funcionamiento y estructura del cuerpo humano • Tecnologías de la Información y las Comunicaciones • Propiedades y clasificación de los biomateriales • Sistemas de monitoreo y registro de datos biomédicos y ambientales • Historia y evolución de la bioingeniería. • Algoritmos matemáticos, matrices y determinantes. • Estadística descriptiva e inferencial • Series y transformadas de Fourier • Transformadas de Laplace • Generación y procesamiento de señales e imágenes biomédicas	• Análisis del metabolismo celular para la utilización en la bioindustria médica o ambienal • Aplicación de las TICs relacionadas con la salud • Análisis y síntesis de datos biomédicos • Manejar herramientas de diseño y simulación asistido por computadora • Conexión de dispositivos de uso médico • Manejar instrumentos de medición y monitoreo de aplicación médica y medioambiental • Modelado matemático de fenómenos físicos y biológicos • Redacción en idioma español e inglés de informes técnicos y científicos • Manejo de equipo e	• Integridad

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
	• Equipo Biomédico para diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y análisis de laboratorio • Fundamentos de comunicación humana efectiva • Sistemas electromecánicos y optoelectrónicos • Sistemas de control automático • Modelado y simulación asistida por computadora • Metrología y normas de seguridad • Sistemas analógicos y digitales • Bioseguridad y conservación del medio ambiente • Normatividad en materiales y equipo de uso biomédico • Tratamiento de datos ambientales • Normatividades y técnicas de manejo de sujetos de pruebas • Cálculos estequiométricos • Programación estructurada y en bloques • Instrumentación virtual y	instrumental de laboratorio • Abstracción espacial en problemas de las ciencias e ingeniería • Diseñar, operar y mantener equipo biomédico • Integración y coordinación de equipos multidisciplinarios • Aplicar las normas y técnicas de manejo de sujetos de prueba • Planear, realizar y documentar experimentos de laboratorio • Implementar instrumentos virtuales de aplicación médica	

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
	desarrollo de plataformas • Desarrollo de metodologías o protocolos para probar hipótesis • Conocimiento de los principios de funcionamiento de los dispositivos biomédicos		
1.3. Manufacturar herramientas, dispositivos, aparatos y sistemas de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental, atendiendo a procedimientos y técnicas de producción y calidad, con base a la normatividad nacional e internacional vigente para el aumento de la productividad y la satisfacción de la demanda, con respeto al medio ambiente y actitud proactiva.	• Función del recurso humano en el proceso productivo • Función de materiales, equipo y tecnología en el proceso productivo • Procesos de fabricación • Propiedades industriales de los materiales y su impacto ambiental • Métodos estadísticos de calidad en el control de procesos • Conformación de sistemas automatizados de manufactura • Cálculo diferencial, integral y vectorial • Propiedades físicas y químicas de la materia • Comportamiento estático y dinámico de los sólidos,	• Organización del trabajo de los recursos humanos • Diseño, planeación y control de sistemas productivos integrados • Analizar los sistemas de manufactura e implementar acciones de optimización de los procesos de producción • Seleccionar, evaluar y aplicar materiales en los procesos de fabricación • Seleccionar y aplicar las técnicas de ingeniería de calidad	• Honestidad • Creatividad • Interés por el conocimiento científico • Trabajo en equipo • Respeto • Integridad

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
	líquidos y gases • Fenómenos eléctricos y magnéticos • Leyes y sistemas termodinámicos • Idioma inglés • Fundamentos de comunicación humana • Tecnologías de la Información y las Comunicaciones • Tipos de reacciones y estequiometria • Sensores y acondicionadores de señales • Diseño asistido por computadora • Normativas y estándares del proceso de manufactura de dispositivos del área de la Bioingeniería	• Solucionar problemas relacionados con la optimización de producto de uso biomédico • Diseñar y e implementar sistemas de manufactura automatizados • Aplicar herramientas físico – matemáticas a la solución de problemas de producción • Escribir reportes técnicos y científicos en idioma español e inglés. • Aplicación de las tecnologías de la información relacionadas a la manufactura y la producción • Diseñar, ejecutar y validar protocolos de control de calidad relacionados con la	

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
		producción de dispositivos del área de la Bioingeniería	

COMPETENCIA PROFESIONAL 2: Proponer y gestionar espacios físicos, sistemas tecnológicos e informáticos de función biomédica, biotecnológica e industrial, aplicando las técnicas y herramientas de la bioingeniería con apego a la normatividad vigente, para coadyuvar en la atención de calidad en el ámbito de la salud y el aseguramiento en los procesos industriales, con honestidad y actitud hacia el trabajo interdisciplinario.

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
2.1. Analizar cualitativa y cuantitativamente los espacios con potencialidad a alojar equipos e instrumentación que se emplea en servicios de salud y procesos de producción, mediante las especificaciones técnicas y normatividad vigente para identificar los recursos y servicios disponibles que cumplan los protocolos de seguridad e higiene así como la calidad de los productos y/o servicios brindados con sentido crítico y de responsabilidad social y ambiental.	• Propiedades físicas y químicas de la materia • Fenómenos eléctricos y magnéticos • Comportamiento estático y dinámico de los sólidos, líquidos y gases • Sistemas dinámicos biológicos • Funcionamiento y estructura del cuerpo humano • Propiedades y clasificación de los biomateriales • Sistemas de monitoreo y registro de datos biomédicos y ambientales • Algoritmos matemáticos, matrices y determinantes • Estadística descriptiva e inferencial • Series y transformadas de Fourier • Transformadas de Laplace. • Generación y procesamiento de señales e imágenes	• Aplicar herramientas físico – matemáticas a la solución de problemas de diseño en ingeniería • Modelar sistemas biológicos de aplicación biomédica • Aplicación de las TIC relacionadas con la salud. • Análisis y síntesis de datos biomédicos • Manejar herramientas de diseño y simulación asistido por computadora • Modelado matemático de fenómenos físicos y biológicos • Redacción en idioma español e inglés de informes técnicos y científicos • Manejo de equipo e	• Responsable • Respetuoso • Proactivo • Organizado

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
	biomédicas • Comunicación humana efectiva • Modelado y simulación asistida por computadora. • Metrología y normas de seguridad • Bioseguridad y conservación del medio ambiente • Normatividad en materiales y equipo de uso biomédico • Tratamiento de datos ambientales • Normatividades y técnicas de manejo de sujetos de pruebas • Instrumentación virtual y desarrollo de plataformas	instrumental de laboratorio • Abstracción espacial en problemas de las ciencias e ingeniería • Aplicar las normas y técnicas de manejo de sujetos de prueba • Planear, realizar y documentar experimentos de laboratorio • Aplicar herramientas físico – matemáticas a la solución de problemas de ingeniería • Escribir reportes técnicos y científicos en idioma español e inglés • Aplicación de las tecnologías de la información relacionadas con la comunicación efectiva	
2.2. Evaluar herramientas, dispositivos y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, mediante el análisis comparativo de costos, funcionalidad, operatividad,	• Instrumentación biomédica • Equipamiento industrial • Metrología • Ingeniería clínica	• Instalación, operación y evaluación de equipo biomédico	• Responsable • Respetuoso • Proactivo • Honestidad

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
especificaciones técnicas y normatividad, para fundamentar y plantear la mejor alternativa de desarrollo en el ámbito hospitalario e industrial, con una actitud propositiva, responsable y honesta.	• Gestión de calidad • Conocimiento de las normas y regulaciones nacionales e internacionales • Confeccionar, asignar y supervisar contratos de mantenimiento • Metodologías para el seguimiento y control de garantías en equipo médico • Investigar causas de accidentes y daños relativos al uso de equipos médicos • Realizar proyecciones respecto a tendencias sobre innovación tecnológica • Identificar necesidades y diseñar estrategias relacionadas al equipamiento médico	• Instalación, operación y evaluación de equipamiento industrial • Acondicionamiento de espacios e instalación de equipamiento biomédico e industrial • Actualización permanente sobre la normatividad en la ingeniería clínica • Actualización permanente en la asistencia y prestación de servicios en los ámbitos biomédicos e industriales • Ofrecer asesorías técnicas sobre infraestructura y equipamiento hospitalario • Colaborar con otros profesionales en la verificación, calibración y	• Organizado

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
		validación de protocolos relacionados al equipamiento médico	
2.3. Instalar y operar dispositivos, aparatos, herramientas y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, de acuerdo a las especificaciones, requerimientos técnicos y normatividad, para eficientizar los servicios de salud y procesos industriales, con responsabilidad y respeto al medio ambiente.	• Instrumentación biomédica • Equipamiento industrial • Metrología • Ingeniería clínica • Informática • Gestión de calidad • Consideraciones básicas de la instalación, puesta a punto y funcionamiento de dispositivos y sistemas biomédicos • Herramientas para diagnóstico y reparación de equipo biomédico • Consideraciones generales de operación y mantenimiento de los dispositivos • Selección de herramientas estadísticas y recursos computacionales para el análisis y clasificación de la información • Normativas relacionadas al uso de tecnologías médicas	• Instalación, operación y evaluación de equipo biomédico • Instalación, operación y evaluación de equipamiento industrial • Mantenimiento correctivo y preventivo de equipo biomédico e industrial • Acondicionamiento de espacios e instalación de equipamiento biomédico e industrial • Actualización permanente sobre la normatividad en la ingeniería clínica • Actualización permanente en la asistencia y prestación de servicios en los ámbitos biomédicos e industriales • Gestión y	• Responsable • Respetuoso del medio ambiente • Proactivo • Organizado

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
		mantenimiento de sistemas informáticos • Aplicación de conocimientos de seguridad en su práctica profesional • Dirigir y participar en equipos de trabajo interdisciplinario y multidisciplinario en contextos nacionales e internacionales • Utilización de herramientas estadísticas y recursos computacionales para el análisis y clasificación de la información • Coordinar y supervisar actividades del personal técnico encargado de equipos médicos • Gestionar y confeccionar compras de adquisición e instalación de equipos médicos y repuestos	

COMPETENCIA PROFESIONAL 3: Diseñar e implementar estrategias de generación de bioprocesos, mediante el empleo de fundamentos, técnicas, métodos de la bioingeniería y recursos biotecnológicos para la prevención y resolución de problemas ambientales y contribución al desarrollo sostenible, con actitud innovadora, comprometida y tolerante.

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
3.1. Diseñar y desarrollar técnicas sustentables en la implementación de bioprocesos innovadores con aplicación biomédica, agrícola, ambiental e industrial, mediante el empleo de herramientas biotecnológicas apegadas a las normas ambientales, para mejorar estándares de producción y calidad, con creatividad, sentido crítico y respeto por la naturaleza.	• Fundamentos de los procesos biotecnológicos • Normatividad del manejo de residuos industriales y/o peligrosos • Principios de bioseguridad y preservación del medio ambiente • Normas nacionales e internacionales vigentes en materia de salud • Normatividad en procesos de calidad • Principios, leyes y aplicaciones de la ingeniería de bioprocesos • Estrategias de producción de biocatalizadores y biomateriales • Conceptos fundamentales sobre procesos biológicos a nivel sistémico, celular, molecular y bioquímico • Bases moleculares de la expresión genómica • Procedimientos en el	• Identificar problemáticas en el área de bioprocesos • Diseñar y construir prototipos • Implementar estrategias de calidad y producción • Analizar procesos biotecnológicos • Desarrollar técnicas experimentales con sistemas biológicos • Clasificar, analizar e identificar componentes en un sistema biológico • Solucionar problemas con un pensamiento abstracto, lógico y analítico • Construir sistemas, artefactos y procesos de producción • Utilizar métodos modernos de la	• Actitud crítica • Actitud proactiva • Actitud emprendedora • Actualización constante • Capacidad para trabajar en equipo • Creatividad • Curiosidad intelectual • Empatía • Honestidad • Orden • Respetar diferentes ideologías • Ética • Cultura de la calidad • Autocrítico • Autodidacta • Respeto por las leyes, reglamentos y normas

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
	mantenimiento y conservación del cultivo celular • Métodos de derivación e integración de funciones matemáticas • Propiedades fisicoquímicas y leyes de la transformación de la materia • Experimentación en sistemas biológicos • Técnicas y protocolos de extracción y purificación en procesos industriales • Buenas prácticas de laboratorio • Metodología para la redacción de reportes e informes. • Técnicas de trabajo colaborativo	biotecnología • Trabajar con precisión, orden metodológico y calidad • Trabajar en equipos multidisciplinarios	• Respeto por la vida y el medio ambiente • Sensibilidad y compromiso social • Visión innovadora
3.2. Proponer y establecer el escalamiento de bioprocesos así como las estrategias orientadas a la prevención y disminución del deterioro ambiental, aplicando fundamentos, procedimientos y técnicas biotecnológicas para mejorar la producción y competitividad del sector	• Estrategias de producción en materia de bioprocesos • Principios, leyes y aplicaciones de la ingeniería de bioprocesos • Fundamentos y principios sobre contaminación	• Aplicar conceptos de ingeniería para el escalamiento de bioprocesos • Utilizar conocimientos celulares para diseñar y escalar bioprocesos	• Actitud crítica • Actitud proactiva • Actitud emprendedora • Actualización constante • Actitud de

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
biomédico, agrícola e industrial, con actitud emprendedora, empatía, solidaridad y compromiso social.	ambiental • Procesos de transferencia de masas y balance de materia • Técnicas de extracción y muestreo • Validación y monitoreo del control de calidad de procesos • Fundamentos de prácticas de manufactura • Principios de metrología • Análisis estadístico • Simulación de procesos tecnológicos • Normatividad y sistemas de calidad • Principios de gestión, planificación e implementación de procesos biotecnológicos • Métodos de derivación e integración de funciones matemáticas • Aspectos moleculares, bioquímicos y fisiológicos de las células	• Escalar procesos de producción • Elaborar modelos matemáticos • Desarrollar estrategias de producción • Optimizar procesos de producción • Realizar balances de masa y energía en procesos de producción • Aplicar pruebas estadísticas • Identificar y solucionar problemas en procesos biotecnológicos • Implementar estrategias de calidad y producción • Trabajar con precisión, orden metodológico y calidad • Trabajar en equipos multidisciplinarios	superación • Iniciativa • Liderazgo • Capacidad para trabajar en equipo • Disciplina • Empatía • Honestidad • Objetividad • Respetar diferentes ideologías • Ética • Cultura de la calidad • Sentido crítico • Responsabilidad • Respeto por las leyes, reglamentos y normas • Respeto por la vida y el medio ambiente • Sensibilidad y compromiso social • Visión innovadora

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
3.3. Proponer e implementar medidas orientadas a la solución de problemas ambientales, mediante la integración de los principios de la ciencia y tecnología, para impulsar el uso de bioprocesos de bajo impacto ambiental, con actitud innovadora, profesionalismo y respeto al medio ambiente.	• Fundamentos sobre biodegradación, biolixiviación y biorremediación. • Normas de seguridad e higiene en la industria • Tratados y convenios nacionales e internacionales sobre sustentabilidad • Normatividad sobre manejo, clasificación, disposición y gestión integral de residuos químicos y biológicos peligrosos para la salud y el medio ambiente • Reglamentos de la ley general de salud • Normatividad ambiental nacional e internacional • Normas nacionales e internacionales sobre patentes. • Aspectos éticos e impacto socio económicos de la explotación de los recursos naturales • Fundamentos éticos en materia de procedimientos industriales. • Técnicas de investigación experimental	• Identificar problemas de sobreexplotación de recursos naturales • Identificar problemas ambientales • Proponer soluciones para la remediación de la contaminación y el deterioro ambiental • Desarrollar estrategias que prevengan un impacto ambiental negativo de los procesos de producción biotecnológica • Manejar las normas y leyes relacionadas con el cuidado del medio ambiente y la salud humana	• Actitud emprendedora y creativa • Curiosidad intelectual • Actitud proactiva • Actualización permanente • Capacidad de trabajo multidisciplinario. • Compromiso social • Autoaprendizaje • Honestidad • Ética • Liderazgo • Respeto por la vida, salud, y el medio ambiente • Responsabilidad social • Sensibilidad social • Voluntad y compromiso social

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
	• Metodología para la redacción de reportes e informes. Técnicas de trabajo colaborativo • Principios de Química Verde • Comprensión de la problemática nacional en el sector Biotecnológico		

COMPETENCIA PROFESIONAL 4: Gestionar recursos humanos, materiales y financieros, en el diseño, manufactura, comercialización, equipamiento de productos y servicios de la bioingeniería, mediante la aplicación del proceso administrativo, para contribuir en el desarrollo de las organizaciones y creación de nuevos espacios productivos, con liderazgo, ética, emprendimiento, creatividad y responsabilidad.

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
4.1. Analizar la estructura empresarial del ámbito de la bioingeniería a través del proceso administrativo para insertarse de forma eficiente en grupos de trabajo multidisciplinario, con una actitud proactiva y empática con su entorno.	• Políticas y lineamientos de fuentes de financiamiento pertinentes • Normatividades y regulaciones ambientales y en productos y servicios biomédicos y bioindustriales • Tipos de protocolo de proyectos • Fundamentos de contratos de servicios y laborales • Inglés oral y escrito • Análisis y estudios de factibilidad • Principios de finanzas • Normatividad para la importación de equipo de uso bioingenieril • Ingeniería económica	• Identificar y plantear problemas en sectores hospitalarios y bioindustriales • Evaluar las compras e incorporación de equipos biomédicos y bioindustriales de acuerdo a las especificaciones técnicas y recursos disponibles • Elaboración de protocolos de proyectos • Desarrollar tareas como especialista de producto en la comercialización de equipos y dispositivos biomédicos y bioindustriales	• Trabajo en equipo • Actitud proactiva
4.2. Gestionar proyectos bioingenieriles mediante la adecuada aplicación de los procesos administrativos y los requerimientos previstos en la normatividad y regulación pertinentes;	• Estructura y comunicación organizacional • Proceso administrativo • Fundamentos de planeación estratégica	• Uso eficiente de los recursos en una organización • Manejo de finanzas y presupuestos	• Trabajo en equipo • Actitud

COMPETENCIA ESPECIFICA	CONOCIMIENTOS (SABER)	HABILIDADES (HACER)	ACTITUDES Y VALORES (SER)
para identificar oportunidades y propiciar la rentabilidad de la empresa, con actitud emprendedora, responsabilidad y respeto.	• Principios de finanzas • Recursos humanos • Interpretación de estados financieros • Análisis y estudios de factibilidad • Fundamentos de contratos de servicios y laborales • Normatividad para la importación de equipo de uso • Estudio legal y administrativo para la evaluación de proyectos • procesos básicos del emprendedurismo y liderazgo • Desarrollo del pensamiento creativo y técnicas creativas • Administración eficiente del tiempo • Cualidades de un emprendedor • Estudio de mercado. • Plan de negocios. • Propiedad intelectual, autoral, patentes.	• Manejo y selección de recursos humanos • Identificación de necesidades • Análisis de riesgos financieros • Análisis costo-beneficio • Habilidad para transmitir conocimientos y dar capacitación • Comunicación con profesionales relacionados con la disciplina • Comunicación oral y escrita de carácter técnico o científico	proactiva

FORMATO METODOLÓGICO IV. ESTABLECIMIENTO DE LAS EVIDENCIAS DE DESEMPEÑO

COMPETENCIA PROFESIONAL 1: Diseñar y generar equipos, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, mediante la aplicación de fundamentos teórico prácticos de la bioingeniería y estándares de calidad internacional, para lograr la mejora continua de recursos tecnológicos y económicos de las empresas y del sector salud, que mejore la calidad de vida de la población, con una actitud colaborativa y responsabilidad social con énfasis en el cuidado del medio ambiente.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
1.1. Analizar los fundamentos y procedimientos de las ciencias básicas de la ingeniería, matemáticas, biológicas y de la salud, mediante el estudio de modelos teóricos y técnicas experimentales, para comprender los procesos de diseño, evaluación y manufactura de equipo, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, con actitud crítica y responsable.	Elabora un portafolio de evidencias que contenga resolución de ejercicios, estudios de casos, prácticas de laboratorio, presentación de informes de casos experimentales.
1.2. Diseñar y evaluar herramientas, dispositivos, aparatos, materiales y sistemas innovadores de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental, mediante la aplicación de procedimientos científicos y fundamentos de la bioingeniería que mejoren la competitividad y el desarrollo económico y social de la región, con actitud proactiva, honestidad y respeto al medio ambiente.	Elabora un producto o sistema de aplicación práctica en bioingeniería que contenga la justificación, cálculos de diseño, simulaciones, diagramas, el reporte técnico y el prototipo funcional. Elabora el reporte con la evaluación de las especificaciones técnicas de un producto o sistema.
1.3. Manufacturar herramientas, dispositivos, aparatos y sistemas de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental, atendiendo a procedimientos y técnicas de producción y calidad, con base a la normatividad nacional e internacional vigente para el aumento de la productividad y la satisfacción de la demanda, con respeto al medio ambiente y actitud	Presenta un prototipo y el reporte técnico que describe los materiales, el proceso de creación y las pruebas de calidad de acuerdo a la normatividad asociada al tipo de producto presentado.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
proactiva.	

COMPETENCIA PROFESIONAL 2: Proponer y gestionar espacios físicos, sistemas tecnológicos e informáticos de función biomédica, biotecnológica e industrial, aplicando las técnicas y herramientas de la bioingeniería con apego a la normatividad vigente, para coadyuvar en la atención de calidad en el ámbito de la salud y el aseguramiento en los procesos industriales, con honestidad y actitud hacia el trabajo interdisciplinario.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
2.1. Analizar cualitativa y cuantitativamente los espacios con potencialidad a alojar equipos e instrumentación que se emplea en servicios de salud y procesos de producción, mediante las especificaciones técnicas y normatividad vigente para identificar los recursos y servicios disponibles que cumplan los protocolos de seguridad e higiene así como la calidad de los productos y/o servicios brindados con sentido crítico y de responsabilidad social y ambiental.	Elabora reporte técnico sobre los resultados del análisis de espacios potenciales para albergar equipos e instrumentación empleados en los ámbitos de servicios a la salud y procesos de producción. Realiza un documento con una propuesta de normatividad vigente para asegurar el cumplimiento de protocolos de seguridad e higiene.
2.2. Evaluar herramientas, dispositivos y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, mediante el análisis comparativo de costos, funcionalidad, operatividad, especificaciones técnicas y normatividad, para fundamentar y plantear la mejor alternativa de desarrollo en el ámbito hospitalario e industrial, con una actitud propositiva, responsable y honesta.	Elabora reporte técnico sobre la evaluación de herramientas, dispositivos y sistemas tecnológicos, de uso biomédico e industrial, para elegir las más adecuadas en función del costo y operatividad, bajo la normatividad vigente. Realiza un documento con la selección de herramientas, dispositivos y sistemas tecnológicos en el ámbito biomédico e industrial, bajo la normatividad vigente.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
2.3. Instalar y operar dispositivos, aparatos, herramientas y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, de acuerdo a las especificaciones, requerimientos técnicos y normatividad, para eficientizar los servicios de salud y procesos industriales, con responsabilidad y respeto al medio ambiente.	Elabora una guía simplificada de instalación y operación de dispositivos, aparatos, sistemas tecnológico-informáticos de uso biomédico e industrial, bajo las especificaciones y requerimientos técnicos respectivos que permitan eficientizar las operaciones en los servicios de salud e industriales.

COMPETENCIA PROFESIONAL 3: Diseñar e implementar estrategias de generación de bioprocesos, mediante el empleo de fundamentos, técnicas, métodos de la bioingeniería y recursos biotecnológicos para la prevención y resolución de problemas ambientales y contribución al desarrollo sostenible, con actitud innovadora, comprometida y tolerante.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
3.1. Diseñar y desarrollar técnicas sustentables en la implementación de bioprocesos innovadores con aplicación biomédica, agrícola, ambiental e industrial, mediante el empleo de herramientas biotecnológicas apegadas a las normas ambientales, para mejorar estándares de producción y calidad, con creatividad, sentido crítico y respeto por la naturaleza.	Elabora un documento y realiza una presentación del diseño de un prototipo implicado dentro de un bioproceso sustentable (del área biomédica, ambiental, agrícola o industrial) acorde a las necesidades del mercado laboral.
3.2. Proponer y establecer el escalamiento de bioprocesos así como las estrategias orientadas a la prevención y disminución del deterioro ambiental, aplicando fundamentos, procedimientos y técnicas biotecnológicas para mejorar la producción y competitividad del sector biomédico, agrícola e industrial, con actitud emprendedora, empatía, solidaridad y compromiso social.	Elabora un diagrama de flujo donde se indiquen rutas críticas y estrategias para mejorar la producción y competitividad, así como reducir el impacto ambiental de los distintos factores considerados.

3.3. Proponer e implementar medidas orientadas a la solución de problemas ambientales, mediante la integración de los principios de la ciencia y tecnología, para impulsar el uso de bioprocesos de bajo impacto ambiental, con actitud innovadora, profesionalismo y respeto al medio ambiente.	Realiza un estudio de problemáticas ambientales e implementación de herramientas, normas y estrategias que eviten o reduzcan el deterioro del medio ambiente.

COMPETENCIA PROFESIONAL 4: Gestionar recursos humanos, materiales y financieros, en el diseño, manufactura, comercialización, equipamiento de productos y servicios de la bioingeniería, mediante la aplicación del proceso administrativo, para contribuir en el desarrollo de las organizaciones y creación de nuevos espacios productivos, con liderazgo, ética, emprendimiento, creatividad y responsabilidad.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
4.1. Analizar la estructura empresarial del ámbito de la bioingeniería a través del proceso administrativo para insertarse de forma eficiente en grupos de trabajo multidisciplinario, con una actitud proactiva y empática con su entorno.	Elabora un informe con el análisis de una estructura empresarial del ámbito de la bioingeniería que identifique el proceso y las técnicas administrativas aplicadas, de acuerdo con los aspectos metodológicos, profesionales y éticos.
4.2. Gestionar proyectos bioingenieriles mediante la adecuada aplicación de los procesos administrativos y los requerimientos previstos en la normatividad y regulación pertinentes; para identificar oportunidades y propiciar la rentabilidad de la empresa, con actitud emprendedora, responsabilidad y respeto.	Elabora una propuesta de proyecto que incluya detección de oportunidades de productos o servicios en el área de la bioingeniería, plan de negocio, estudio de mercado y plan financiero.

FORMATO METODOLÓGICO V. IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE APRENDIZAJE Y UNIDADES DE APRENDIZAJE INTEGRADORAS

COMPETENCIA PROFESIONAL 1: Diseñar y generar equipos, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, mediante la aplicación de fundamentos teórico prácticos de la bioingeniería y estándares de calidad internacional, para lograr la mejora continua de recursos tecnológicos y económicos de las empresas y del sector salud, que mejore la calidad de vida de la población, con una actitud colaborativa y responsabilidad social con énfasis en el cuidado del medio ambiente.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
1.1. Analizar los fundamentos y procedimientos de las ciencias básicas de la ingeniería, matemáticas, biológicas y de la salud, mediante el estudio de modelos teóricos y técnicas experimentales, para comprender los procesos de diseño, evaluación y manufactura de equipo, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental, con actitud crítica y responsable.	• Cálculo Diferencial • Cálculo Integral • Circuitos Lineales • Mecánica Vectorial • Ecuaciones Diferenciales • Electricidad y Magnetismo • Fisiología • Química General • Química Orgánica • Biología Celular • Fisicoquímica • Programación	Procesos Biotecnológicos Instrumentación Biomédica	Disciplinaria	Ingeniería Aplicada y Diseño
1.2. Diseñar y evaluar herramientas, dispositivos, aparatos, materiales y sistemas innovadores de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental,	• Amplificadores de Bioseñales • Bioinstrumentación • Cálculo Diferencial • Cálculo Integral	Instrumentación biomédica	Disciplinaria	Ingeniería Aplicada y Diseño

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
mediante la aplicación de procedimientos científicos y fundamentos de la bioingeniería que mejoren la competitividad y el desarrollo económico y social de la región, con actitud proactiva, honestidad y respeto al medio ambiente.	• Circuitos Lineales • Mecánica Vectorial • Ecuaciones Diferenciales • Electricidad y Magnetismo • Fisiología • Óptica y Acústica • Principios de Mediciones Bioeléctricas • Sistemas Digitales			
1.3. Manufacturar herramientas, dispositivos, aparatos y sistemas de uso biomédico, biotecnológico y medioambiental, atendiendo a procedimientos y técnicas de producción y calidad, con base a la normatividad nacional e internacional vigente para el aumento de la productividad y la satisfacción de la demanda, con respeto al medio ambiente y actitud proactiva.	• Cálculo Diferencial • Cálculo Integral • Mecánica Vectorial • Formulación y Evaluación de Proyectos • Legislación Ambiental • Industrial y de Salud • Programación, Sistemas de Control • Principios de Mediciones Bioeléctricas • Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	Metodologías de Calidad	Terminal	Económico Administrativas

COMPETENCIA PROFESIONAL 2: Proponer y gestionar espacios físicos, sistemas tecnológicos e informáticos de función biomédica, biotecnológica e industrial, aplicando las técnicas y herramientas de la bioingeniería con apego a la normatividad vigente, para coadyuvar en la atención de calidad en el ámbito de la salud y el aseguramiento en los procesos industriales, con honestidad y actitud hacia el trabajo interdisciplinario.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
2.1. Analizar cualitativa y cuantitativamente los espacios con potencialidad a alojar equipos e instrumentación que se emplea en servicios de salud y procesos de producción, mediante las especificaciones técnicas y normatividad vigente para identificar los recursos y servicios disponibles que cumplan los protocolos de seguridad e higiene así como la calidad de los productos y/o servicios brindados con sentido crítico y de responsabilidad social y ambiental.	• Anatomía • Bioinstrumentación • Mecánica Vectorial • Fisiología • Instrumentación Biomédica • Sistemas de Control • Sistemas Digitales • Principios de Mediciones Bioeléctricas • Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas	Ingeniería clínica	Terminal	Ingeniería Aplicada y Diseño
2.2. Evaluar herramientas, dispositivos y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, mediante el análisis comparativo de costos, funcionalidad, operatividad, especificaciones técnicas y	• Anatomía • Bioinstrumentación • Cálculo Diferencial • Cálculo Integral • Mecánica Vectorial • Ecuaciones Diferenciales • Fisiología	Ingeniería clínica	Terminal	Ingeniería Aplicada y Diseño

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
normatividad, para fundamentar y plantear la mejor alternativa de desarrollo en el ámbito hospitalario e industrial, con una actitud propositiva, responsable y honesta.	• Instrumentación Biomédica • Procesamiento Digital de Bioseñales Biofisiológicas • Sistemas de Control • Sistemas Digitales • Principios de Mediciones Bioeléctricas • Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas			
2.3. Instalar y operar dispositivos, aparatos, herramientas y sistemas tecnológicos e informáticos de uso biomédico e industrial, de acuerdo a las especificaciones, requerimientos técnicos y normatividad, para eficientizar los servicios de salud y procesos industriales, con responsabilidad y respeto al medio ambiente.	• Anatomía • Bioinstrumentación • Mecánica Vectorial • Fisiología • Instrumentación Biomédica • Sistemas de Control • Sistemas Digitales • Principios de Mediciones Bioeléctricas • Transferencia de Masa y Calor En Biosistemas	Ingeniería clínica	Terminal	Ingeniería Aplicada y Diseño

COMPETENCIA PROFESIONAL:

3. Diseñar e implementar estrategias de generación de bioprocesos, mediante el empleo de fundamentos, técnicas, métodos de la bioingeniería y recursos biotecnológicos para la prevención y resolución de problemas ambientales y contribución al desarrollo sostenible, con actitud innovadora, comprometida y tolerante.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
3.1. Diseñar y desarrollar técnicas sustentables en la implementación de bioprocesos innovadores con aplicación biomédica, agrícola, ambiental e industrial, mediante el empleo de herramientas biotecnológicas apegadas a las normas ambientales, para mejorar estándares de producción y calidad, con creatividad, sentido crítico y respeto por la naturaleza.	• Cálculo Diferencial Álgebra Lineal • Comunicación Oral y Escrita • Desarrollo Humano • Introducción a la Ingeniería • Química General • Cálculo Integral • Metodología de la Investigación • Probabilidad y Estadística • Programación, Biología Celular • Química Orgánica • Fisicoquímica • Anatomía Funcional • Bioquímica • Biología Molecular • Transferencia de Masa	Procesos biotecnológicos	Terminal	Ingeniería Aplicada y Diseño

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
	y Calor en Sistemas Biológicos Amplificadores de Bioseñales • Fisiología • Biomateriales • Principios de Mediciones Bioeléctricas • Sistemas de Control • Formulación y Evaluación de Proyectos Instrumentación Biomédica • Procesos de Fabricación			
3.2. Proponer y establecer el escalamiento de bioprocesos así como las estrategias orientadas a la prevención y disminución del deterioro ambiental, aplicando fundamentos, procedimientos y técnicas biotecnológicas para mejorar la producción y competitividad del sector biomédico, agrícola e industrial, con actitud emprendedora, empatía, solidaridad y	• Cálculo Diferencial • Álgebra Lineal • Comunicación Oral y Escrita • Desarrollo Profesional del Ingeniero • Introducción a la Ingeniería • Química General • Cálculo Integral • Metodología de la Investigación	Procesos biotecnológicos	Terminal	Ingeniería Aplicada y Diseño

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
compromiso social.	• Probabilidad y Estadística • Programación • Biología Celular • Química Orgánica • Fisicoquímica • Anatomía • Funcional Bioquímica • Biología Molecular • Transferencia de Masa y Calor en Sistemas Biológicos • Amplificadores de Bioseñales • Fisiología • Biomateriales • Principios de Mediciones Bioeléctricas • Sistemas de Control Formulación y Evaluación de Proyectos • Creación y Desarrollo de Bioempresas			
3.3. Proponer e implementar medidas orientadas a la solución de problemas ambientales, mediante la integración de los	• Cálculo Diferencial • Álgebra Lineal • Comunicación Oral y Escrita	Biotecnología ambiental	Terminal	Ingeniería Aplicada y Diseño

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
principios de la ciencia y tecnología, para impulsar el uso de bioprocesos de bajo impacto ambiental, con actitud innovadora, profesionalismo y respeto al medio ambiente.	• Desarrollo Profesional del Ingeniero • Introducción a la Ingeniería • Química General • Cálculo Integral • Metodología de la Investigación • Probabilidad y Estadística • Programación • Biología Celular • Química Orgánica • Fisicoquímica • Anatomía Funcional, Bioquímica • Biología Molecular • Transferencia de Masa y Calor en Sistemas Biológicos • Amplificadores de bioseñales • Fisiología • Biomateriales • Administración, Principios de Mediciones Bioeléctricas • Sistemas de Control			

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
	• Formulación y Evaluación de Proyectos			

COMPETENCIA PROFESIONAL:

4. Gestionar recursos humanos, materiales y financieros, en el diseño, manufactura, comercialización, equipamiento de productos y servicios de la bioingeniería, mediante la aplicación del proceso administrativo, para contribuir en el desarrollo de las organizaciones y creación de nuevos espacios productivos, con liderazgo, ética, emprendimiento, creatividad y responsabilidad.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CONJUNTO DE UNIDADES DE APRENDIZAJE	UNIDAD DE APRENDIZAJE INTEGRADORA	ETAPA DE FORMACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO
4.1. Analizar la estructura empresarial del ámbito de la bioingeniería a través del proceso administrativo para insertarse de forma eficiente en grupos de trabajo multidisciplinario, con una actitud proactiva y empática con su entorno.	• Desarrollo Profesional del Ingeniero • Comunicación Oral y Escrita • Metodología de la Investigación • Administración, Legislación Ambiental e Industrial • Formulación y Evaluación de Proyectos	Emprendimiento y Liderazgo	Terminal	Económico Administrativas
4.2. Gestionar proyectos bioingenieriles mediante la adecuada aplicación de los procesos administrativos y los requerimientos previstos en la normatividad y regulación pertinentes; para identificar oportunidades y propiciar la rentabilidad de la empresa, con actitud emprendedora,	• Desarrollo Profesional del Ingeniero • Comunicación Oral y Escrita • Metodología de la Investigación • Administración, Legislación Ambiental e Industrial • Formulación y	Emprendimiento y Liderazgo	Terminal	Económico Administrativas

responsabilidad y respeto.	Evaluación de Proyectos Proyectos			

9.2. Anexo 2. Aprobación por el Consejo Técnico

Universidad Autónoma de Baja California

Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali

Minuta de Reunión de Consejo Técnico

En Mexicali, Baja California, se reunieron en el Aula Magna del edificio central de la Facultad de Ingeniería, los miembros del Consejo Técnico, el día primero de marzo a las 10:00 horas, siguiendo el orden del día establecido en la convocatoria que a continuación se presenta:

- Lista de asistencia
- Presentación de la propuesta del nuevo plan de estudios del programa educativo Ingeniero Mecánico.
- Presentación de la propuesta del nuevo plan de estudios del programa educativo Bioingeniero.
-

A continuación, se relata lo ocurrido durante la reunión, en orden cronológico:

Se abre sesión por el director de la facultad de ingeniería con la asistencia de 7 profesores y 4 estudiantes miembros del consejo técnico.

El director de la facultad de ingeniería solicita autorización para la estancia de personal administrativo. Por unanimidad todos los miembros del consejo aprueban su presencia.

Se hace la aclaración que los documentos estuvieron disponibles con una semana de anticipación para revisión de los miembros de consejo técnico.

Se sede la palabra al Dr. Miguel Bravo para la presentación del nuevo plan de estudios Bioingeniero.

Los miembros del consejo técnico realizan las siguientes recomendaciones:

- Se hace la recomendación de que por la demanda de los empleadores se aumente la capacidad de recepción de estudiantes.
- Se hace la recomendación de homologar CAD-CAM con mecánica.

- Se hace la recomendación de alinear las nuevas líneas de conocimiento a los cuerpos académicos para la formación de estudiantes a través de proyectos de investigación.
- Se recomienda revisar la carga académica del sexto semestre del mapa curricular.
- Se hace la recomendación de tener obligatoriedad en PVVC como requisito de egreso por dar respuesta a los nuevos marcos de referencia internacionales.
- Se hace la recomendación de definir un modelo de vinculación del estudiante con el sector externo (industrial) y fortalecer las habilidades blandas.

Se somete a votación la aceptación de propuesta del plan de estudios de Bioingeniero por unanimidad, se aprueba la propuesta.

Se sede la palabra a la M.I. Eddna Valenzuela para la presentación del nuevo plan de estudios Ingeniero Mecánico.

Los miembros del consejo realizan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que se especifiquen las normativas que el plan de estudios va a cubrir.
- Se hace la recomendación de tener obligatoriedad en PVVC como requisito de egreso por dar respuesta a los nuevos marcos de referencia internacionales.
- Se hace la recomendación de definir un modelo de vinculación del estudiante con el sector externo (industrial) y fortalecer las habilidades blandas.

Se somete a votación la aceptación de propuesta del plan de estudios de Ingeniero Mecánico por unanimidad, se aprueba la propuesta.
Asuntos Generales:

- Se hace un llamado para atender los problemas de seguridad para los estudiantes de los programas educativos de bioingeniería, energías renovables, aeroespacial, LSC e industrial a través de la propuesta de un andador del campus uno al campus dos ante vicerrectoría y tener en disposición las camionetas de la Facultad de Ingeniería y establecer horarios de transporte para movilizar estudiantes a las paradas de transporte público.

- Se autoriza la entrada a laboratorios solo a estudiantes y se reserva el derecho de admisión.

- Se solicita que se notifiquen a los guardias de seguridad que redoblen esfuerzos para restringir la entrada en los horarios de la tarde y se soliciten identificaciones en todos los horarios para entrada y salida de los estacionamientos.

- Se solicita por política interna, tener elementos de identificación para personal académico, personal administrativo y estudiantes.

- Se notifican los cambios para ingreso de proveedores a las instalaciones de la Facultad de Ingeniería.

El presidente de Consejo Técnico, declara cerrada la sesión siendo las 12:10 horas del mismo día.

ACUERDOS

1. Se aprueba por unanimidad el nuevo plan de estudios del programa educativo Ingeniero Mecánico, sin reserva alguna por parte de los consejeros técnicos de la Facultad de Ingeniería.

2. Se aprueba por unanimidad el nuevo plan de estudios del programa educativo Bioingeniero, sin reserva alguna por parte de los consejeros técnicos de la Facultad de Ingeniería.

ATENTAMENTE

M.C. VIRGINIA GARCÍA ÁNGEL
Secretaria del Consejo Técnico y Fedatario

DR. DANIEL HERNÁNDEZ BALBUENA
Presidente del Consejo Técnico y Director de la Facultad de Ingeniería Mexicali

Universidad Autónoma de Baja California

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
CONSEJO TÉCNICO

SESIÓN ORDINARIA

En la ciudad de Ensenada, Baja California, siendo las **16:00** del día **21 de marzo de 2019**, se reunieron en la sala de Usos múltiples del edificio E-45 los Miembros del Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, que suscriben la lista de asistencia anexa, a fin de celebrar sesión ordinaria, conforme a la convocatoria previamente expedida por el Presidente del mismo Consejo, que, previa declaración de existencia de quórum y aprobación por los asistentes, se sujetará a la siguiente

ORDEN DEL DIA:

1. Lista de asistencia y declaración del quórum legal.
2. Lectura y aprobación del orden del día.
3. Análisis y en su caso aprobación del Proyecto de Propuesta de la Modificación del Plan de Estudios del Programa Educativo de Bioingeniero.
4. Clausura de la sesión.

EJECUCION DEL ORDEN DEL DIA:

1. El Presidente hace constar la presencia de 11 consejeros de un total de 12 consejeros propietarios, con lo cual, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 162 del Estatuto General de la UABC, el Presidente declara que **existe quórum legal**.
2. Se presentó y se aprobó el orden del día.
3. El Dr. Rubén César Villarreal Sánchez presentó el Proyecto de la Propuesta de la Modificación del Plan de Estudios de Bioingeniero. Los consejeros hicieron preguntas sobre los cambios que se dan en el nuevo plan respecto al vigente. Se señala que se fortalece el area de manufactura y calidad, para balancear con las areas de biomedica y biotecnologia. Los PVVC se hacen obligatorios asi como 2 materias ingles, asimismo en el area de biotecnologia se hacen obligatorias Principios de mediciones bioelectricas, Microbiologia y biologia molecular.

   Se hicieron las aclaraciones pertinentes. Se realizó la votación siendo **APROBADO** por unanimidad el Proyecto de Modificación del Plan de Estudios de Biongeniero.
4. Siendo las 17:17 horas se declara clausurada la sesión

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
CONSEJO TÉCNICO

PRESIDENTE	CONSEJERO SUPLENTE
JUAN IVÁN NIETO HIPÓLITO	HUMBERTO CERVANTES DE ÁVILA
CONSEJERO PROPIETARIO	**CONSEJERO SUPLENTE**
JOSÉ DE JESÚS ZAMARRIPA TOPETE	RICARDO SÁNCHEZ VERGARA
JOEL MELCHOR OJEDA RUIZ	PRISCY LUQUE MORALES
LUZ EVELIA LOPEZ CHICO	
CLAUDIA RIVERA TORRES	CARLOS GÓMEZ AGIS
JOSÉ ANTONIO MICHEL MACARTY	CLAUDIA CAMARGO WILSON
VÍCTOR RAFAEL NAZARIO VELÁZQUEZ MEJIA	
GRECIA ORNELA GALLEGOS	JUAN PABLO NIETO RAMÍREZ
ALFONSO MANJARREZ GUIDO	MIGUEL ÁNGEL CHÁVEZ JIMÉNEZ
NAYELI MONSERRAT CASTREJON ESPARZA	PEDRO IVÁN PARTIDA GALARZA
NATALIA PATRÓN ÁVILA	DANIELA MARÍA ÁLVAREZ BELTRÁN
OLGA VIRIDIANA VALDOVINOS LIRA	FRANCISCO DANIEL VARGAS NOLASCO
FLAVIO ISAY VALLADOLID MAGAÑA	MILTON RODRÍGUEZ CORTÉS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

"ECITEC"

Valle de las Palmas

---------- **ACTA DE ACUERDOS**----------

EN LA ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA "ECITEC", UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS EN LA CIUDAD DE TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, SIENDO LAS 10:00 HORAS DEL DÍA VIERNES 22 DE MARZO DEL AÑO DOS MIL DIECINUEVE, SE REUNIERON EN LA SALA DE USOS MÚLTIPLES EL DIRECTOR DE LA UNIDAD MTRO. ALONSO HERNÁNDEZ GUITRÓN Y REPRESENTANTES DEL CONSEJO TÉCNICO DE LA UNIDAD, CUYA LISTA DE ASISTENCIA SE ANEXA A LA PRESENTE, A FIN DE CELEBRAR **LA SESIÓN ORDINARIA**, CONVOCADA EL OFICIO CIRCULAR NÚMERO 001/2019-1 DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 147 DEL ESTATUTO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA. CUYO ORDEN DEL DÍA ES EL SIGUIENTE:

1. LISTA DE ASISTENCIA Y DECLARACIÓN DE QUÓRUM.
2. LECTURA Y APROBACIÓN DE LA ORDEN DEL DÍA.
3. OBSERVACIONES Y EN SU CASO APROBACIÓN DEL ACTA DE LA SESIÓN ANTERIOR.
4. PRESENTACIÓN Y APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS PARA EL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA MECÁNICA.
5. PRESENTACIÓN Y APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS PARA EL PROGRAMA EDUCATIVO DE BIOINGENIERÍA.
6. ASUNTOS GENERALES.
7. CLAUSURA DE LA SESIÓN.

----------**DESAHOGO DEL ORDEN DEL DÍA**----------

PRIMERO: HABIENDOSE PASADO LISTA SE OBSERVA QUE EXISTE MAYORÍA, SE DECLARA QUE EXISTE QUÓRUM LEGAL PARA LLEVAR A CABO LA ASAMBLEA.----------
---

SEGUNDO: EL PRESIDENTE DEL CONSEJO TÉCNICO DIO LECTURA AL ORDEN DEL DÍA Y SOLICITA LA APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL CONSEJO TÉCNICO. MISMO QUE ES APROBADO POR UNANIMIDAD. ----------
---

TERCERO: EL SECRETARIO DA LECTURA AL ACTA ANTERIOR, Y EL PRESIDENTE SOLICITA A LOS MIEMBROS LA APROBACIÓN, MISMA QUE ES APROBADA POR UNANIMIDAD.----------
---

CUARTO: SIGUIENDO CON LA AGENDA, EL PRESIDENTE DEL CONSEJO TÉCNICO PIDE AL PROFESOR INVITADO DOCTOR, EMILIO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, PRESENTAR LA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA MECÁNICA, UNA VEZ PRESENTADOS EL PRESIDENTE PIDE A LOS MIEMBROS DEL CONSEJO TÉCNICO SU VOTO

PARA APROBACIÓN, SIENDO ESTOS APROBADOS POR UNANIMIDAD. ----------
---

QUINTO: CONTINUANDO CON LA AGENDA, EL PRESIDENTE DEL CONSEJO TÉCNICO PIDE AL PROFESOR INVITADO, DOCTOR JUAN MIGUEL COLORES VARGAS, PRESENTAR LA PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE BIOINGENIERÍA, UNA VEZ PRESENTADOS EL PRESIDENTE PIDE A LOS MIEMBROS DEL CONSEJO TÉCNICO SU VOTO PARA APROBACIÓN, SIENDO ESTOS APROBADOS POR UNANIMIDAD. ----------
---

SEXTO: EN ESTE PUNTO DE LA AGENDA, EL DIRECTOR, SIGUIENDO EL ORDEN DEL DÍA EN ASUNTOS GENERALES, PREGUNTÓ SI HABÍA ALGUN ASUNTO QUE TRATAR, DEL CUAL SE PRESENTARON CUATRO TEMAS. EL PRIMERO: PROPUESTO POR EL PROFESOR VLADIMIR BECERRIL MENDOZA, PREGUNTA POR EL ESTATUS DEL MANUAL DE LABORATORIOS Y TALLERES, DONDE SE ACUERDA POR PARTE DE TODOS LOS MIEMBROS DE CONSEJO TÉCNICO HACER UNA REUNIÓN DE TRABAJO DONDE SE VERIFICARÁ LAS OBSERVACIONES DEL MANUAL DE LABORATORIO Y TALLER DENTRO DE LA SEMANA DEL 25 AL 29 DE MARZO DEL 2019, PARA QUE EN LA SIGUIENTE REUNIÓN DE CONSEJO TÉCNICO SE PUEDA APROBAR. A LA REUNIÓN SE INVITARÁ A LOS MIEMBROS DE CONSEJO TÉCNICO Y SE SOLICITA QUE LA DOCTORA GLORIA AZUCENA TORRES DE LEÓN, MAESTRA ISABEL SALINAS GUTIERREZ Y EL MAESTRO VLADIMIR BECERRIL MENDOZA ASISTAN CON CARÁCTER OBLIGATORIO; SEGUNDO: LA MAESTRA YURIDIA VEGA SOLICITA SE CAMBIE A CONSEJERA TITULAR REPRESENTANTE DE PROFESORES, EN SUSTITUCIÓN DE LA DOCTORA NORMA ALICIA BARBOZA TELLO, YA QUE ACTUALMENTE ESE ENCUENTRA DE AÑO SABÁTICO, SIENDO APROBADO POR UNANIMIDAD POR EL CONSEJO TÉCNICO; TERCERO: EL PRESIDENTE DEL CONSEJO, SOLICITA SE HAGA LA REVISIÓN DE ASISTENCIAS A LAS SESIONES CONVOCADAS, EN VIRTUD DEL ARTICULO 158, QUE A LA LETRA DICE:

> ***ARTÍCULO 158.*** *Son causas de remoción de los consejeros:*
> *I. Dejar de ser miembro del personal académico en activo, o estar gozando de un periodo sabático, licencia o comisión;*
> *II. Dejar de ser alumno de la unidad académica de que se trate, estar en movilidad estudiantil, dado de baja temporal o haber sido sancionado con suspensión, y*
> *III. Por faltar injustificadamente a dos sesiones consecutivas o a cuatro alternas.*
> *ARTÍCULO 159. Los consejos técnicos de las unidades*

DETECTANDOSE LAS INASISTENCIAS FRECUENTES DE ALGUNOS INTEGRANTES, SIENDO NECESARIO REALIZAR ALGUNOS AJUSTES QUE SE PRESENTARAN EN LA SIGUIENTE SESIÓN; CUARTO: EL PRESIDENTE DE CONSEJO TÉCNICO LEE LA CONVOCATORIA DE DIRECTORES Y COMENTA QUE YA SE HIZO PÚBLICA PARA TODA LA COMUNIDAD DE ECITEC PARA QUE SEA ATENDIDA POR LOS DOCENTES QUE DESEN PARTICIPAR.----------
---

SEXTO: NO HABIENDO MÁS DECLARACIONES SE DA POR CLAUSURADA LA SESIÓN ORDINARIA SIENDO LAS 12:15 HORAS DEL MISMO DÍA DE INICIO, FIRMANDO AL CALCE Y AL MARGEN LOS QUE EN ELLA INTERVINIERON.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

"ECITEC"

Valle de las Palmas

LUIS RAMÓN SIERO GONZÁLEZ
Consejero Titular Representante Profesores

CLAUDIA ELIZABETH VARGAS MUÑIZ
Consejera Suplente Representante Profesores

NORMA ALICIA BARBOZA TELLO
Consejera Titular Representante Profesores

YURIDIA VEGA
Consejera Suplente Representante Profesores

ADRIANA ÁLVAREZ ANDRADE
Consejera Titular Representante Profesores

ANTONIO GÓMEZ ROA
Consejero Suplente Representante Profesores

GLORIA AZUCENA TORRES DE LEÓN
Consejera Titular Representante Profesores

ISABEL SALINAS GUTIÉRREZ
Consejera Suplente Representante Profesores

VLADIMIR BECERRIL MENDOZA
Consejero Titular Representante Profesores

ALBERTO ALMEJO ORNELAS
Consejero Suplente Representante Profesores

EDUARDO MONTOYA REYES
Consejero Titular Representante Profesores

HÉCTOR RAMÓN BRAVO TORRES
Consejero Suplente Representante Profesores

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

"ECITEC"

Valle de las Palmas

JAIME ARMANDO MENDOZA NAVARRO
Consejero Titular Representante Alumnos

NALLELY VIANEY SOTO SILVA
Consejera Suplente Representante Alumnos

ALÁN LEOBARDO ESCALERA CUELLAR
Consejero Titular Representante Alumnos

JAQUELINE PÉREZ SANTOS
Consejera Suplente Representante Alumnos

JORGE ENRIQUE MIRANDA GÓMEZ
Consejero Titular Representante Alumnos

PAULINA ARCE HERRERA
Consejera Suplente Representante Alumnos

MARILYN IBARRA NEVAREZ
Consejera Titular Representante Alumnos

OSCAR RONALDO LARA TEJEDA
Consejero Suplente Representante Alumnos

FABIOLA BIRZAYIT MANZANAREZ GUTIÉRREZ
Consejera Titular Representante Alumnos

JORGE ALEJANDRO BRINGAS LÓPEZ
Consejero Suplente Representante Alumnos

JESÚS ABRAHAM GARCÍA GUZMÁN
Consejero Titular Representante Alumnos

LUIS FELIPE GÓMEZ LÓPEZ
Consejero Suplente Representante Alumnos

ALONSO HERNÁNDEZ GUITRÓN
Director de la Unidad y Presidente del Consejo Técnico

MARÍA CRISTINA CASTAÑON BAUTISTA
Subdirectora y Suplente del Presidente

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Cálculo Diferencial

5. Clave: 33523

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Juan Antonio Ruiz Ochoa	
Carlos Gómez Agis	
Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas	
Roberto Alejandro Reyes Martínez	
Miguel Ángel Morales Almada	
Omar Osuna Ovalle	
Antonio Gómez Roa	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El contenido de esta Unidad de Aprendizaje coadyuva en la formación del estudiante y futuro(a) ingeniero(a), proporciona las bases (principios) de temas como desigualdades, funciones, límites, derivación y optimización, desarrollando en el/la estudiante, las diversas habilidades, herramientas, conocimientos, actitudes, aptitudes y valores para la efectiva aplicación de las matemáticas en la ingeniería, con una actitud crítica, objetiva, responsable y propositiva para la correcta aplicación del Cálculo Diferencial en situaciones reales, de tal manera que genere construcciones mentales capaces de proporcionar soluciones correctas en temas que se abordarán posteriormente en las unidades de aprendizaje de la etapa básica, disciplinaria y terminal, de acuerdo al perfil que indica su respectivo Programa Educativo, entre las cuales pudieran mencionarse, Cálculo Integral, Ecuaciones Diferenciales, Transferencia de Calor y Masa, Estática, Dinámica, Electricidad y Magnetismo, Circuitos Eléctricos, entre otras.

Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter de obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los conceptos y procedimientos del cálculo en la diferenciación de funciones, mediante el uso de límites y teoremas de derivación, apoyados en tecnologías de la información, para resolver problemas cotidianos, de ciencia e ingeniería, con disposición para el trabajo colaborativo, respeto, honestidad y actitud analítica.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora un problemario que incluya ejercicios resueltos en clase, taller y tareas (de investigación y de problemas propuestos) sobre funciones, límites, derivadas y sus aplicaciones, que contenga el planteamiento, desarrollo e interpretación de los resultados.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Funciones de una variable

Competencia:
Identificar los diversos tipos de funciones, mediante sus diferentes representaciones (gráfica, numérica y analítica), para su uso en los procesos de derivación y modelado, con participación activa, analítica y proactiva.

Contenido: **Duración:** 10 horas

1.1 Desigualdades lineales y de valor absoluto.
- 1.1.1 Sistema numérico real.
- 1.1.2 Tipos de intervalos.
- 1.1.3 Desigualdades lineales.
- 1.1.4 Definición de valor absoluto y sus propiedades.
- 1.1.5 Desigualdades con valor absoluto.

1.2 Concepto de función y sus representaciones.
- 1.2.1 Definición de función.
- 1.2.2 Dominio y rango de función.
- 1.2.3 Representaciones de una función: Numérica, Gráfica y Analítica o Algebraica.
- 1.2.4 Notación funcional.
- 1.2.5 Características de una función: creciente, decreciente, positiva, negativa y uno a uno.
- 1.2.6 Funciones con simetría par e impar.

1.3 Modelado de funciones.
- 1.3.1 Modelado de funciones.

1.4 Funciones algebraicas
- 1.4.1 Función constante y sus representaciones: analítica, numérica y gráfica.
- 1.4.2 Función lineal y sus representaciones.
- 1.4.3 Función polinomial y sus representaciones.
- 1.4.4 Funciones potencia y sus representaciones.
- 1.4.5 Funciones racionales y sus representaciones.
- 1.4.6 Funciones definidas por partes y sus representaciones.

1.5 Operaciones con funciones
- 1.5.1. Suma, resta, multiplicación y división de funciones
- 1.5.2 Transformaciones de funciones: Desplazamientos, expansiones, compresiones y reflexiones verticales y horizontales.
- 1.5.3 Función Compuesta. Definición y cálculo de función compuesta.

1.5.4 Función Inversa. Definición y cálculo de función inversa.

1.6 Funciones trascendentes.

1.6.1 Funciones trigonométricas y sus representaciones.

1.6.2 Funciones trigonométricas inversas y sus representaciones.

1.6.3 Función exponencial y sus representaciones.

1.6.4 Función logaritmo y sus representaciones

UNIDAD II. Límites y continuidad

Competencia:
Determinar los límites y continuidad de funciones en sus representaciones gráfica, numérica y analítica, mediante la utilización de los teoremas y criterios gráficos correspondientes, para su aplicación en el campo de ciencias e ingeniería, con participación activa, analítica y proactiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

2.1 Concepto de límite de una función.
- 2.1.1 Concepto de límite.

2.2 Límites gráficos y numéricos.
- 2.2.1 Límites gráficos.
- 2.2.2 Límites numéricos.

2.3 Teoremas de límites.
- 2.3.1 Teoremas de límites.
- 2.3.2 Cálculo de límites algebraicos.

2.4 Límites unilaterales.
- 2.4.1 Límites unilaterales: por la derecha y por la izquierda.

2.5 Límites infinitos y asíntotas verticales.
- 2.5.1 Límites infinitos
- 2.5.2 Asíntotas verticales

2.6 Límites al infinito y asíntotas horizontales.
- 2.6.1 Límites al infinito.
- 2.6.2 Asíntotas horizontales.

2.7 Continuidad y discontinuidad de una función.
- 2.7.1 Continuidad de una función en un punto.
- 2.7.2 Continuidad de una función en un intervalo.

2.8 Razón de cambio promedio e instantáneo. Secante y Tangente.
- 2.8.1 Razón de cambio promedio: Secante
- 2.8.2 Razón de cambio instantánea: Tangente

UNIDAD III. La derivada

Competencia:
Aplicar el proceso de diferenciación a través de sus representaciones numérica y analítica, mediante la utilización de los teoremas y criterios gráficos correspondientes, para su uso en problemas de optimización, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1 Concepto de derivada de una función.
- 3.1.1 Definición e interpretación geométrica de la derivada.
- 3.1.2 Notación de la derivada de una función.

3.2 Derivación analítica de una función.
- 3.2.1 Derivación analítica de una función.

3.3 Teoremas de derivación de funciones algebraicas.
- 3.3.1 Teoremas de derivación de funciones algebraicas: constante, potencia, suma, resta, producto y cociente.
- 3.3.2 Derivadas de orden superior.

3.4 Regla de la cadena.
- 3.4.1 Regla de la cadena

3.5 Teoremas de derivación de funciones trascendentes.
- 3.5.1 Derivada de funciones trigonométricas
- 3.5.2 Derivada de funciones trigonométricas inversas
- 3.5.3 Derivada de la función exponencial
- 3.5.4 Derivada de la función logaritmo

3.6 Derivación implícita.
- 3.6.1 Funciones implícitas
- 3.6.2 Derivación de funciones implícitas

UNIDAD IV. Aplicaciones de la derivada

Competencia:
Aplicar la derivada de una función, empleando los criterios de la primera y segunda derivada, para resolver problemas de optimización, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

4.1 Problemas de tasas de variación relacionadas.
- 4.1.1 Problemas de tasas de variación (razones de cambio) relacionadas.

4.2 Valores máximos y mínimos de una función.
- 4.2.1 Valor máximo o valor mínimo absoluto de un intervalo.
- 4.2.2 Valor máximo o valor mínimo relativo de un intervalo.

4.3. Criterio de la primera derivada.
- 4.3.1 Número crítico y prueba de crecimiento y decrecimiento de una función.
- 4.3.2 Criterio de la primera derivada para determinar máximos y mínimos.

4.4 Criterio de la segunda derivada.
- 4.4.1 Punto de inflexión y prueba de concavidad de una función.
- 4.4.2 Criterio de la segunda derivada para determinar máximos y mínimos.

4.5 Problemas de optimización.
- 4.5.1 Procedimiento de resolución de problemas de optimización.
- 4.5.2 Problemas de máximos y mínimos.

4.6 Teorema de Rolle y del valor medio.
- 4.6.1 Teorema de Rolle.
- 4.6.2 Teorema del valor medio.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Resolver desigualdades lineales, a través de reglas y propiedades algebraicas, para determinar los valores permisibles, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Encuentra el conjunto solución de una desigualdad lineal aplicando reglas y propiedades algebraicas, entrega el planteamiento del conjunto solución y una representación gráfica.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz.	3 horas
2	Resolver desigualdades lineales de valor absoluto, a través de reglas y propiedades algebraicas, para determinar los valores permisibles, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Encuentra el conjunto solución de valor absoluto de una desigualdad lineal, aplicando reglas y propiedades algebraicas, entrega el planteamiento del conjunto solución y una representación gráfica, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz.	3 horas
3	Determinar el dominio y contradominio de una función, mediante su procedimiento especifico y el trazado de su gráfica, para interpretar la función, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Traza gráficas de funciones y determina su dominio y contradominio, documenta y entrega el procedimiento utilizado para la solución de ejercicios, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz.	3 horas
4	Definir una solución, a través de las propiedades de una función, para encontrar nuevas funciones,	Realiza operaciones entre funciones, aplicando el álgebra y obtén sus representaciones,	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz.	3 horas

	con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	entrega el resultado de operaciones entre funciones y las representaciones de estos, de manera individual y/o en equipo.		
5	Determinar el dominio y contradominio de una funcióntrascendente, mediante su procedimiento especifico y el trazado de su gráfica, para interpretar la función, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Traza gráficas de funciones trascendentes y determina su dominio y contradominio, documenta y entrega el procedimiento utilizado para la solución de ejercicios, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz	3 horas
6	Determinar los límites de funciones, mediante la aplicación de sus teoremas, para analizar el comportamiento de una función, con actitud analítica y organizada.	Calcula el límite de funciones, entregando procedimientos y solución correspondiente, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz, calculadora	6 horas
7	Determinar la continuidad de una función en forma algebraica y gráfica, mediante el uso de los teoremas correspondientes, para examinar el comportamiento de una función, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Calcula la continuidad de una función en un punto y/o intervalo entregando la conclusión correspondiente, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz, calculadora	3 horas
8	Obtener la derivada de diversas funciones, aplicando las fórmulas y teoremas de derivación, para examinar analítica y gráficamente el comportamiento de una función, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Calcula la derivada de distintas funciones a través de su definición y/o teoremas correspondientes entregando procedimientos y solución respectiva, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz, calculadora	12 horas

9	Resolver problemas de tasas de variación relacionadas, a través del concepto de derivación implícita, para su aplicación en casos reales, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Propone la función implícita al caso propuesto. Entrega planteamiento e interpretación de la solución de la función implícita correspondiente, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz, calculadora	4 horas
10	Determinar los valores extremos de una función, mediante los criterios de la primera y segunda derivada, para representar el grafico de una función, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Grafica el comportamiento de una función a partir de sus valores extremos. Entrega planteamiento e interpretación grafica de su solución, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz, calculadora	4 horas
11	Resolver problemas de optimización, mediante la aplicación de los conceptos de máximos y mínimos, para su aplicación en casos reales, con disposición de trabajo colaborativo, actitud organizada y responsable.	Propone la solución al problema planteado. Entrega desarrollo e interpretación de la solución del caso a optimizar, de manera individual y/o en equipo.	Pizarrón, plumón, bibliografía, ejercicios, lápiz, calculadora	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Técnica expositiva por parte del profesor
- Presentación de ejercicios y sus soluciones aplicando la temática
- Promueve la participación activa individual y/o en equipo del estudiante
- Promueve la investigación y uso te las TIC
- Promueve la consulta de materiales en lengua extranjera
- Aplica exámenes parciales por unidad

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Realiza investigación documental sobre los temas y realizar reporte, mismos que deben entregarse en las fechas establecidas y cumplir con las especificaciones del docente, para su evaluación.
- Resuelve ejercicios y presenta soluciones planteadas por el profesor, mismos que deben entregarse en las fechas establecidas y cumplir con las especificaciones del docente, para su evaluación.
- Participa de forma individual y/o en equipo
- Elaboración de tareas, mismas que deben entregarse en las fechas establecidas y cumplir con las especificaciones del docente, para su evaluación.
- Resolución de exámenes
- Se apoya en las TIC
- Elabora problemario

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

4 exámenes escritos (un examen por cada unidad)……. 50%
Evidencia de desempeño (problemario)…….……..... 50%
Total…….……...100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Barriga Flores, D., Zúñiga Silva, L., Galván Sánchez, D., & Aguilar Sánchez, G. P. (2013). *Cálculo Diferencial Un enfoque constructivista para el desarrollo de competencias mediante la reflexión y la Interacción*. (3ra. ed.). México, D. F.: CENGAGE Learning, 2013. http://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/detail.action?docID=3430119 [clásica]

Larson, R.E., Hostetler, R.P. & Edwards, B.H. (2010). *Cálculo, Tomo 1*. (10a. ed.). México, D. F.: CENGAGE Learning. http://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/detail.action?docID=4675739 [clásica]

Leithold, L. (1998). *El Cálculo*. (7a. ed.). México, D. F.: Oxford University Press [clásica].

Stewart, J. (2012). *Cálculo de una variable: Trascendentes tempranas / James Stewart* (7a. ed.). México, D. F.: Cengage Learning. http://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/detail.action?docID=4184522 [clásica]

Zill, D. G. & Wright, W. S. (2011). *Matemáticas 1: Cálculo Diferencial.* (1a. ed.). México, D. F.: Mc Graw Hill. http://ebookcentral.proquest.com/lib/uabcsp/reader.action?docID=3215254 [clásica]

Complementarias

Pérez González, F. J., *Cálculo Diferencial e Integral de Funciones de una Variable*. Departamento de Análisis Matemático, Universidad de Granada. http://www.ugr.es/~fjperez/textos/calculo_diferencial_integral_func_una_var.pdf

Thomas, G. B. (2006). *Cálculo una variable* / George Brinton Thomas (11a ed.). México D. F.: Pearson Education. [clásica]

.

Zill, D. G. & Wright, W. S. (2009). Calculus: Early transcendentals / Dennis G. Zill y Warren S. Wright (4a. ed.). Sudbury, Massachusetts.: Jones & Bartlett Publishers. [clásica].

X. PERFIL DEL DOCENTE

El profesor de esta asignatura debe contar con grado académico de Licenciatura en el área de Ciencias Físico-Matemáticas o programas de Ingeniería, de preferencia con posgrado en Físico-Matemático. Debe ser facilitador del logro de competencias, promotor del aprendizaje autónomo y responsable en el alumno, tener dominio de tecnologías de la información y comunicación como apoyo para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Debe tener conocimiento de los planes de estudios, perfil de egreso y contenidos de los programas de unidad de aprendizaje a los que ésta dará servicio, de manera que facilite experiencias de aprendizaje significativo como preparación para la actividad/formación profesional. Propiciar un ambiente que genere confianza y autoestima para el aprendizaje permanente, poseer actitud reflexiva y colaborativa con docentes y alumnos. Practicar los principios democráticos con respeto y honestidad.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. **Programa Educativo:** Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. **Plan de Estudios:** 2019-2

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Álgebra Superior

5. **Clave:** 33524

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
María Hortensia Riesgo Tirado	
Rodrigo Lara Melgoza	
César Agustín Hernández Guitron	
Ana Dolores Martínez Molina	
José Jesús García Ruvalcaba	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
Mayra Iveth García Sandoval	
María Cristina Castañón Bautista	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El Álgebra sienta las bases matemáticas fundamentales para la práctica profesional de un Ingeniero, por lo que permite comprender de manera abstracta los fenómenos inherentes a las Ciencias.
El alumno podrá obtener herramientas para dominar los sistemas numéricos, operaciones de los números reales y complejos, polinomios, análisis de vectores, matricial y sistemas de ecuaciones, así como el cálculo de valores y vectores propios.
Mediante este programa de aprendizaje se pretende cultivar en los estudiantes una actitud proactiva, perseverante, responsable y honesta, además de fomentar el aprendizaje autodidacta.

Esta asignatura se ubica en la etapa básica con carácter de obligatoria, se imparte en el Tronco Común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los conceptos de números complejos, álgebra de matrices, espacios vectoriales, valores y vectores propios, mediante el uso de sus teoremas y técnicas, apoyados en tecnologías de la información, para resolver problemas de manera simplificada de ciencias de la ingeniería, con disposición para el trabajo colaborativo, responsabilidad y respeto.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora un problemario, el cual contenga ejercicios a través de talleres y tareas de los contenidos del programa de unidad de aprendizaje; los ejercicios deben presentar el planteamiento, desarrollo y, cuando se requiera, incluir la interpretación de resultados.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Sistemas de numeración

Competencia:
Calcular operaciones aritméticas, con el uso de números complejos, para entender cómo operan y aplicar técnicas de solución, mostrando orden y disciplina.

Contenido: **Duración:** 5 horas

1.1 Introducción a los sistemas de numeración
  1.1.1 Clasificación de los Números: naturales, enteros, racional, irracional, reales
1.2 Introducción a los Números complejos
  1.2.1 Concepto de número complejo
  1.2.2 Representación rectangular del número complejo
  1.2.3 Operaciones básicas: suma, resta, multiplicación, división y complejo conjugado
  1.2.4 Representación polar
  1.2.5 Fórmula de Euler
  1.2.6 Fórmula de De Moivre

UNIDAD II. Polinomios y expresiones racionales

Competencia:
Descomponer expresiones racionales en fracciones parciales, mediante el uso de técnicas de obtención de raíces en polinomios, para simplificar algebraicamente las expresiones racionales, con curiosidad y perseverancia.

Contenido: **Duración:** 7 horas

2.1 Definición de polinomios y propiedades
- 2.1.1 Operaciones fundamentales con polinomios

2.2 Raíces de polinomios
- 2.2.1 Raíces reales y raíces complejas
- 2.2.2 Teorema del residuo
- 2.2.3 Teorema del factor
- 2.2.4 División sintética

2.3 Fracciones parciales
- 2.3.1 Clasificación de fracciones propias e impropias
- 2.3.2 Factores lineales distintos
- 2.3.3 Factores lineales repetidos
- 2.3.4 Factores cuadráticos distintos
- 2.3.5 Factores cuadráticos repetidos

UNIDAD III. Vectores y matrices

Competencia:
Realizar representaciones gráficas y operaciones aritméticas con vectores y matrices, de acuerdo con las definiciones como herramienta, para representar y solucionar problemas que involucren vectores y matrices en la ingeniería, con curiosidad, perseverancia mostrando ser propositivo.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1 Concepto de vectores
- 3.1.1 Notación vectorial

3.2 Representación gráfica en dos y tres dimensiones
- 3.2.1 Representación gráfica en dos dimensiones
- 3.2.2 Representación gráfica en tres dimensiones

3.3 Operaciones con vectores: escalares y vectoriales
- 3.3.1 Suma y resta de vectores
- 3.3.2 Multiplicación de un vector por un escalar
- 3.3.3 Producto punto
- 3.3.4 Producto cruz
- 3.3.5 Aplicaciones
  - 3.3.5.1 Cálculo de áreas de figuras en el plano
  - 3.3.5.2 Cálculo de áreas y volúmenes de figuras en tres dimensiones

3.4 Matrices.
- 3.4.1 Concepto de matriz y notación matricial
- 3.4.2 Clasificación de matrices
- 3.4.3 Operaciones con matrices: suma, resta, multiplicación de un escalar por una matriz
- 3.4.4 Multiplicación de un vector por una matriz
- 3.4.5 Multiplicación de matrices
- 3.4.6 Transpuesta de una matriz

UNIDAD IV. Sistemas de ecuaciones lineales y determinantes

Competencia:
Resolver sistemas de ecuaciones lineales, usando tanto técnicas de eliminación como la regla de Cramer, para determinar el valor de sus variables, mostrando creatividad y proactividad.

Contenido: **Duración:** 8 horas

4.1 Sistemas de ecuaciones lineales y su clasificación: homogéneas y no homogéneas
- 4.1.1 Representación cartesiana en 2D y 3D
- 4.1.2 Aplicaciones de sistemas de ecuaciones

4.2 Determinantes y sus propiedades
- 4.2.1 Determinantes e inversas. Método de cofactores
- 4.2.2 Regla de Cramer

4.3 Eliminación Gaussiana
- 4.3.1 Operaciones con renglones

4.4 Eliminación Gauss-Jordan
- 4.4.1 Cálculo de la Inversa de una matriz

4.5 Espacio vectorial y subespacio vectorial
- 4.5.1 Propiedades de espacio y subespacio vectorial
- 4.5.2 Definición de combinación lineal
- 4.5.3 Dependencia e independencia lineal

UNIDAD V. Valores y vectores propios

Competencia:
Calcular valores propios y sus vectores propios correspondientes, resolviendo el polinomio característico, para comprender mejor las transformaciones lineales al determinar una base de vectores propios, de forma organizada y disciplinadamente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1 Valores propios y vectores propios
5.2 Polinomios característicos
5.3 Aplicaciones

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Realizar operaciones básicas con números complejos, en su forma rectangular, para reconocer su estructura y naturaleza y su representación gráfica, mostrando curiosidad y disciplina.	Realiza operaciones de suma, resta, producto y cociente de números complejos en su forma rectangular.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y plataforma virtual.	2 horas
2	Diferenciar los tipos de representación numérica, con los números complejos de forma cartesiana, polar y exponencial, para posteriormente hacer operaciones con ellos, de forma ordenada.	Convierte números complejos de coordenadas polares a coordenadas rectangulares.	Pintarrón, plumones y calculadora.	2 horas
3		Convierte números complejos de coordenadas rectangulares a coordenadas polares y a su forma exponencial, y viceversa; considerando el cuadrante el que se encuentran.	Pintarrón, plumones y calculadora.	3 horas
4	Realizar operaciones con números complejos, utilizando las fórmulas de Euler y de De Moivre, para manipular potencias y raíces de números complejos, con orden.	Realiza operaciones con potencias de números complejos	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y plataforma virtual.	2 horas
UNIDAD II				
5	Realizar operaciones con polinomios, utilizando operadores básicos, para poder familiarizarse con la manipulación de los mismos, con organización y disciplina.	Resuelve operaciones básicas con polinomios por medio de las técnicas indicadas para simplificar expresiones algebraicas con disposición al trabajo en equipo, con tolerancia y honestidad.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y software de graficación.	2 horas
6	Emplear la definición de polinomio, sus propiedades y características, mediante el uso de diferentes	Realiza una serie de ejercicios utilizando el teorema del factor, teorema del residuo y la división	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y software de graficación.	3 horas

	técnicas, para determinar las raíces de los mismos, fomentando la tenacidad y creatividad.	sintética para determinar las raíces tanto reales como complejas de polinomios de distintos grados.		
7	Descomponer una fracción dada, mediante el uso de técnicas indicadas, para descomponerla en fracciones más sencillas, mostrando creatividad y tolerancia.	Realiza una serie de ejercicios para descomponer una fracción algebraica en fracciones parciales con los siguientes casos: con factores lineales distintos, factores lineales repetidos, factores cuadráticos distintos y factores cuadráticos repetidos.	Pintarrón, plumones, proyector y computadora.	4 horas
UNIDAD III				
8	Elaborar gráficas de vectores en dos y tres dimensiones, usando tanto regla y compás como programas especializados de cómputo, para reconocer la relación entre su representación vectorial y su representación gráfica, mostrando interés y disposición a utilizar nuevas tecnologías, con perseverancia y propositividad.	Desarrolla una serie de ejercicios realizando gráficas de vectores en dos y tres dimensiones, en papel y con el uso de algún gráficador o aplicación (de preferencia software libre y/o en línea).	Pintarrón, plumones, proyector, computadora, calculadora y plataforma virtual.	2 horas
9	Realizar operaciones de suma y resta de vectores, multiplicación de un vector por un escalar, producto punto y producto cruz, de acuerdo con las definiciones, para comprender cómo operan, con interés y disposición al trabajo en equipo.	Desarrolla una serie de ejercicios aplicando operaciones con vectores en forma individual y una sección de ellos en forma cooperativa. Comparar resultados con otros equipos.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y calculadora.	3 horas
10	Resolver ejercicios, aplicando la definición de producto cruz, para calcular áreas y volúmenes de figuras en dos y tres dimensiones, valorando sus saberes previos con	Desarrolla una serie de ejercicios de aplicaciones de vectores para calcular áreas de figuras en el plano y volúmenes de figuras.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y calculadora.	2 horas

	curiosidad y tolerancia.			
11	Realizar operaciones de suma y resta de matrices, multiplicación por un escalar, transpuesta de una matriz y multiplicación de dos matrices, de acuerdo a las definiciones, para comprender cómo operan, con disposición al trabajo en equipo.	Desarrolla una serie de ejercicios aplicando operaciones con matrices en forma individual y una sección de ellos en forma cooperativa. Comparar resultados con otros equipos.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y calculadora.	5 horas
UNIDAD IV				
12	Construir sistemas de ecuaciones lineales, interpretando problemas de las ciencias y la ingeniería, para resolverlos usando diversas técnicas algebraicas, mostrando curiosidad y una actitud proactiva.	Analiza y construye sistemas de ecuaciones lineales a partir de información presentada de manera verbal o algebraica.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora, calculadora y Google Classroom.	1 hora
13	Calcular el determinante de matrices cuadradas de nxn, usando el método de cofactores, para comprender cómo operan y deducir la regla de Cramer, de manera clara y ordenada.	Resuelve una serie de ejercicios para calcular el determinante de matrices cuadradas de nxn con n ≥2.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y calculadora.	2 horas
14	Calcular la inversa de una matriz cuadrada, utilizando el método de cofactores, para reconocer la aplicación práctica del método, con actitud crítica.	Desarrolla una serie de ejercicios aplicando el método de cofactores para encontrar la inversa de una matriz, en forma individual y una sección de ellos en forma cooperativa. Comparar resultados con otros equipos.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora y calculadora.	2 horas
15	Construir sistemas de ecuaciones lineales, interpretando problemas de las ciencias y la ingeniería, para resolverlos usando técnicas de eliminación Gaussiana y de Gauss-Jordan, con curiosidad y orden.	Analiza y construye sistemas de ecuaciones lineales a partir de información presentada de manera verbal o algebraica.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora, calculadora y Google Classroom.	3 horas

16	Calcular la inversa de una matriz cuadrada, utilizando el método de eliminación de Gauss-Jordan, para reconocer una de las aplicaciones prácticas del método, con actitud crítica.	Desarrolla una serie de ejercicios aplicando el método de eliminación de Gauss-Jordan para encontrar la inversa de una matriz, en forma individual y una sección de ellos en forma cooperativa. Comparar resultados con otros equipos.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora, calculadora y Google Classroom.	2 horas
17	Determinar si el conjunto dado es un espacio vectorial, apoyándose en los axiomas que los definen, para comprender la naturaleza de los mismos, con actitud analítica y orden.	Desarrolla una serie de ejercicios para determinar si el conjunto dado es un espacio vectorial. De no ser así proporcional la lista de los axiomas que no se cumplen.	Pintarrón, plumones, proyector y computadora.	2 horas
18	Analizar un subconjunto dado de un espacio vectorial, apoyándose en los axiomas y definiciones, para determinar si es un subespacio del espacio vectorial, mostrando orden y una actitud analítica.	Desarrolla una serie de ejercicios para determinar si el subconjunto H del espacio vectorial V es un subespacio de V.	Pintarrón, plumones, proyector y computadora.	1 hora
UNIDAD V				
19	Advertir la presencia de valores propios y vectores propios en algunas matrices cuadradas, mediante sustituciones en un sistema de ecuaciones, con el propósito de distinguir a los valores propios, con perseverancia y usando la intuición.	Verifica por medio de ejemplos concretos, sí algún número en particular es valor propio de cierta matriz, o no.	Pintarrón, plumones y calculadora.	1 hora
20	Calcular valores propios de matrices cuadradas, encontrando su polinomio característico y calculando sus raíces, para entender mejor la transformación lineal asociada, con perseverancia y actitud crítico-propositiva.	Dadas algunas matrices cuadradas, encuentra su polinomio característico (visto como determinante), y encuentra sus raíces. Hará énfasis en matrices simétricas en el caso real, y en matrices hermitianas en	Pintarrón, plumones y calculadora.	1 hora

		el caso complejo.		
21	Determinar el espacio propio asociado a un valor propio, resolviendo la ecuación lineal homogénea correspondiente, para conocer su multiplicidad geométrica, con imaginación, orden y disciplina.	Determina la multiplicidad geométrica, una vez calculados los valores propios, viendo al espacio propio como núcleo de cierta transformación lineal.	Pintarrón, plumones y calculadora.	1 hora
22	Determinar el cambio de base apropiado, para transformar una ecuación cuadrática a su forma normal, mediante los vectores propios, de manera ordenada y con rigor científico.	Dado un polinomio de grado dos, ya sea en dos o tres variables, usa una base de vectores propios para transformar su ecuación a forma normal. Identifica la figura resultante; en dos variables: elipse, parábola, hipérbola, en tres variables: elipsoide, paraboloide elíptico, paraboloide hiperbólico, hiperboloide de una hoja, hiperboloide de dos hojas.	Pintarrón, plumones, calculadora y aplicación para graficar figuras en dimensión dos y en dimensión tres.	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- El profesor guiará el proceso de enseñanza y de aprendizaje mediante exposiciones, resolución de ejercicios prácticos y problemas y atención de cuestionamientos de los alumnos.
- Hará uso de herramientas tecnológicas orientadas a las matemáticas

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Resolución de problemas individualmente.
- Resolución de problemas en equipo, con trabajos cooperativos y colaborativos.
- Acceso y consulta bibliográfica en formato digital e impreso.
- Uso de herramientas tecnológicas orientadas a las matemáticas
- Elaboración de la carpeta de evidencias.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 4 exámenes escritos……..……..... 65%
- Participación en clase……..…….. 05%
- Evidencia de desempeño: Problemario……..……..... 30%

Total……..……...100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Gerber, H.. (1992). *Álgebra lineal.* Grupo editorial Iberoamericana. [Clásica].

Grossman, S. I. y Flores, J. J. (2012) *Álgebra lineal*. México: Mc. Graw-Hill. http://libcon.rec.uabc.mx:4207/lib/uabcsp/reader.action?docID=3214907

Kolman, B. y Hill, D. R. (2006). *Álgebra Lineal*. Pearson. 8va Ed. [Clásica].

Rees, P. y Sparks, F. (1970). *Álgebra y Trigonometría.* México: McGraw Hill de México. [Clásica].

Swokowski, E. W. (2011). *Álgebra y trigonometría con geometría analítica.* Cengage Learning Editores.

Complementarias

Hogben, L. (Ed.). (2016*). Handbook of linear algebra*. CRC Press.

Howard, Anton. (1991). *Elementary Linear Algebra*. John Wiley & Sons Inc. 6th Ed.[Clásica].

Larson, R. (2015). *Fundamentos de álgebra lineal*. Séptima edición.
Está en la biblioteca electrónica de UABC: http://libcon.rec.uabc.mx:4207/lib/uabccengagesp/detail.action?docID=3430344

Poole, D. (2015). *Álgebra lineal: una introducción moderna*. Cuarta edición. Se encuentra en la biblioteca electrónica: http://libcon.rec.uabc.mx:4207/lib/uabccengagesp/detail.action?docID=4823675

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta unidad de aprendizaje requiere una formación profesional en el área ciencias exactas y/o ingeniería. Es deseable, más no indispensable, que el docente tenga alguna experiencia impartiendo clases y/o tener cursos de formación pedagógica o docencia universitaria, como aquellos ofrecidos por el PFFDD. Debe ser facilitador del logro de competencias, promotor del aprendizaje autónomo y responsable en el alumno. Tener dominio de tecnologías de la información y comunicación como apoyo para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Debe tener conocimiento de los planes de estudios, perfil de egreso y contenidos de los programas de unidad de aprendizaje a los que ésta dará servicio, de manera que facilite experiencias de aprendizaje significativo como preparación para la actividad/formación profesional. Tener una actitud reflexiva y colaborativa con docentes y alumnos. Propiciar un ambiente que genere confianza y autoestima para el aprendizaje permanente. Practicar los principios democráticos con respeto y honestidad.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. **Programa Educativo:** Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. **Plan de Estudios:** 2019-2

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Metodología de la Programación

5. **Clave**: 33525

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
María de los Ángeles Cosío León	
Araceli Celina Justo López	
Carelia Guadalupe Gaxiola Pacheco	
Cesar García Ríos	
Jesús David Avilés Velázquez	
Norma Candolfi Arballo	
Miguel Ángel Morales Almada	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

Fecha: 22 de febrero de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La metodología de programación permite desarrollar el razonamiento lógico. El alumno será capaz de analizar, diseñar y proponer soluciones a problemas del área de ingeniería, siguiendo las etapas de análisis, diseño de algoritmos, elaboración de diagramas de flujo y pseudocódigo.
Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proponer soluciones a problemas de ingeniería, mediante el análisis de problemas, diseño de algoritmos, elaboración de diagramas de flujo y pseudocódigo, para el desarrollo del razonamiento lógico aplicado al ejercicio de su profesión, con una actitud analítica, propositiva y responsable.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Portafolio de evidencias, en el que se incluyan por unidad los problemas resueltos en clase, así como los propuestos en taller; deberá incluir por problema una reflexión sobre la estrategia de solución del problema y, en los casos que se indique, una solución alterna.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Metodología para la solución de problemas

Competencia:
Comprender la metodología para la solución de problemas, mediante la identificación y el reconocimiento de la utilidad de cada una de las etapas que la componen, para su aplicación posterior en la resolución de problemas de ingeniería, con responsabilidad y actitud abierta al aprendizaje.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Introducción a la metodología para la solución de problemas
1.2. Problema
1.2.1. Definición del problema
1.2.2. Análisis del problema
1.3. Algoritmo
1.3.1. Definición de algoritmo
1.3.2. Características de un algoritmo
1.3.3. Prueba de escritorio
1.4. Diagrama de Flujo
1.4.1. Definición de diagrama de flujo
1.4.2. Reglas para la construcción de un diagrama de flujo
1.4.3. Simbología
1.5. Pseudocódigo
1.6. Codificación
1.6.1. Definición de codificación
1.7. Depuración
1.7.1. Definición de depuración

UNIDAD II. Expresiones

Competencia:
Resolver problemas de ingeniería, a través de la aplicación de los diferentes tipos de operadores, para la construcción de expresiones aritméticas, relacionales y lógicas, con una actitud responsable y propositiva.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1. Variables y Constantes
2.2. Tipos de datos simples
2.2.1. Numéricos
2.2.2. Alfanuméricos
2.3. Operadores
2.3.1. Operadores aritméticos
2.3.2. Operadores relacionales
2.3.3. Operadores lógicos
2.3.4. Operadores de agrupación
2.3.5. Jerarquía de operadores
2.4. Expresiones
2.4.1. Expresiones aritméticas
2.4.2. Expresiones relacionales
2.4.2. Expresiones lógicas

UNIDAD III. Estructuras de control de selección

Competencia:
Aplicar las estructuras de selección, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la toma de decisión, con una actitud analítica, propositiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 3 horas

3.1. Selección condicional básica
3.2. Selección condicional doble
3.3. Selección condicional múltiple
3.4. Anidación

UNIDAD IV. Estructuras de control de iteración

Competencia:
Aplicar las estructuras de repetición, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la iteración de tareas, con una actitud analítica, propositiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1. Teoría de ciclos
4.1.1. Contadores
4.1.2. Acumuladores
4.1.3. Centinela
4.2. Ciclos controlados por contador
4.3. Ciclos controlados por centinela
4.4. Anidación

UNIDAD V. Datos agrupados

Competencia:
Simplificar el manejo de datos, a través de la aplicación de la teoría de arreglos unidimensionales y bidimensionales, para resolver problemas de ingeniería, con actitud analítica, propositiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1. Introducción
5.2. Arreglos unidimensionales
5.2.1. Definición e inicialización
5.2.2. Manipulación y operaciones con arreglos unidimensionales
5.3. Arreglos bidimensionales
5.3.1. Declaración e inicialización
5.3.2. Manipulación y operaciones con arreglos bidimensionales

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Reconocer la utilidad de la etapa de análisis, para comprender la metodología de solución de problemas, mediante ejemplos aplicados al área de ingeniería, con responsabilidad y actitud abierta al aprendizaje.	Analiza problemas, determinando las entradas, procesos y salidas para la solución de problemas en ingeniería. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre las etapas para la solución de problemas en ingeniería.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
2	Expresar en algoritmo y diagrama de flujo la solución a problemas de ingeniería, para comprender la metodología de solución de problemas, mediante ejemplos aplicados al área de ingeniería, con responsabilidad y actitud abierta al aprendizaje.	Desarrolla algoritmos y diagramas de flujo como propuesta para la solución de problemas. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre la aplicación de las etapas para la solución de problemas en ingeniería	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
UNIDAD II				
3	Reconocer el cálculo que se realiza en una expresión, aplicando la jerarquía de operadores y tablas de verdad, para la interpretación de expresiones aritméticas, relacionales y lógicas, con una actitud responsable y propositiva.	Identifica operadores aritméticos, lógicos y relacionales, así como las reglas de operación que los componen. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre la aplicación de la jerarquía de operadores.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
4	Interpretar expresiones aritméticas, relacionales y lógicas, a través de la aplicación de los diferentes tipos de	Soluciona e Interpreta expresiones representadas para la solución de problemas en	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller,	2 horas

	operadores, para la construcción de expresiones aritméticas, relacionales y lógicas, con una actitud responsable y propositiva.	ingeniería. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	cuadernillo de ejercicios y lápiz.	
5	Construir expresiones aritméticas, relacionales y lógicas, a través de la aplicación de los diferentes tipos de operadores, para la construcción de expresiones aritméticas, relacionales y lógicas, con una actitud responsable y propositiva.	Analiza un problema para la construcción de una expresión y elaboración de la propuesta de su solución. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
UNIDAD III				
6	Aplicar las estructuras de selección básica, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la toma de decisión, con una actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de selección básica. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
7	Aplicar las estructuras de selección múltiple, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la toma de decisión, con una actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de Selección múltiple. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
8	Aplicar la anidación de estructuras de selección básica y múltiple, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la toma de decisión, con una actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de Selección anidada. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
UNIDAD IV				

9	Aplicar las estructuras de repetición controladas por contador, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la iteración de tareas, con una actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de Ciclos por contador. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
10	Aplicar las estructuras de repetición controlados por centinela evaluado por arriba, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la iteración de tareas, con una actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de Ciclos centinela (por arriba). Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
11	Aplicar las estructuras de repetición controlados por centinela evaluado por abajo, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la iteración de tareas, con una actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de Ciclos centinela (por abajo). Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
12	Aplicar la anidación de estructuras de repetición controladas por contador y centinela evaluado por arriba y por abajo, mediante la propuesta de soluciones, para resolver problemas de ingeniería donde se requiere la iteración de tareas, con una actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de Ciclos anidados. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	2 horas
UNIDAD V				

13	Simplificar el manejo de datos, aplicando arreglos unidimensionales, para resolver problemas de ingeniería con actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de Arreglos Unidimensionales. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	4 horas
14	Simplificar el manejo de datos aplicando arreglos bidimensionales, para resolver problemas de ingeniería, con actitud analítica, propositiva y responsable.	Analiza un problema para la identificación del uso de estructuras de datos de Arreglos bidimensionales. Presenta ejercicios de taller resuelto sobre interpretación de expresiones.	Apuntes de clase, bibliografía básica, manual de prácticas de taller, cuadernillo de ejercicios y lápiz.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Funge como guía del proceso enseñanza aprendizaje
- Introduce al estudiante en los contenidos del curso
- Aplicando el aprendizaje basado en problemas
- Ejercicios prácticos para el logro de las competencias de clase y taller

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Discute las posibilidades de solución a problemas
- Busca y selecciona la información en documentos espacializados
- Razona e integra los conocimientos previos y adquiridos, resolviendo con esto los problemas de ingeniería planteados, por medio de diagramas de flujo y pseudocódigo
- Además, realiza investigación para complementar la información proporcionada por el docente
- Mediante la participación en grupos pequeños ingeniería planteados

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Exámenes parciales…….…… 40%
- Talleres……... 35%
- Participación y tareas…….10%
- Evidencia de desempeño (Portafolio de evidencias)..... 15%

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Cormen, T. (2013) *Algorithms Unlocked*, MIT ISBN: 9780262518802.

Corona, M. A. y Ancona, M. A. (2011). *Diseño de algoritmos y su codificación en lenguaje C*. McGraw Hill 1era edición. Universidad de Guadalajara. ISBN: 978-607-15-9571-2. [Clásica].

Joyanes, A. L. (1993). *Metodología de la programación, diagramas de flujo, algoritmos y programación estructurada.* España, Mc Graw Hill. ISBN: 9788448161118. [Clásica].

Miranda, E. M. (2015). *Manejo de técnicas de programación.* Editorial Pearson. ISBN:9786073232333ISBN Ebook:9786073232432. Enlace digital de la Biblioteca Virtual de UABC: https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=1703

Pinales, F. y Velázquez, C. (2014). *Algoritmos resueltos con diagramas de flujo y pseudocódigo*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 1era Edición. Disponible en: https://issuu.com/editorialuaa/docs/algoritmos.

Complementarias

Baase, S. (2002). *Algoritmos computacionales: introducción al análisis y diseño*. Edición: 3a. Editor: México: Pearson Educación. [Clásica].

Bhasin, H. (2015). *Algorithms: Design and Analysis*. Oxford University Press. ISBN. 0199456666, 9780199456666

X. PERFIL DEL DOCENTE

Ingeniero en Computación, Licenciado en Sistemas Computacionales, u otras áreas afines al desarrollo de software. Grado académico deseable maestría o bien, cinco años de experiencia profesional en el sector productivo, con un dominio de los temas: lógica computacional para programación, metodología para la solución de problemas en el área de Ingeniería y conocimiento sobre lenguajes de programación.

El docente deberá tener características ideales para la transferencia de conocimiento como son: formación y actualización docente, conocimiento de prácticas innovadoras en el aula, responsabilidad, compromiso y empatía con los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Comunicación Oral y Escrita

5. Clave: 33526

6. HC: 01 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Claudia Edith Leyva Vázquez		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Claudia Margarita Rangel López		José Luis González Vázquez	
Yohanna Madrigal Lizárraga		Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Adriana Isabel Garambullo		Humberto Cervantes De Ávila	
Virginia Karina Rosas Burgos		Mayra Iveth García Sandoval	
Karla Frida Madrigal Estrada		María Cristina Castañón Bautista	
Griselda Guillen Ojeda		Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	
Diego Armando Trujillo Toledo			

Fecha: 22 de febrero de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Comunicación Oral y Escrita tiene como finalidad fortalecer las destrezas que permitan al alumno expresarse correctamente en distintas situaciones comunicativas, donde maneje adecuadamente un sistema lingüístico compuesto de elementos fonéticos, morfosintácticos, semánticos y discursivos.
Su utilidad radica en que le permitirá redactar los siguientes documentos: currículum vitae, carta de motivos personales, ensayo y reporte técnico, además de comunicarse efectivamente de manera verbal y no verbal ante un público.
Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatoria, se ubica en la etapa básica del área de ciencias sociales y pertenece al tronco común de la DES de Ingeniería

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar las técnicas de comunicación, mediante el uso de los conocimientos teóricos y prácticos de la expresión oral, escrita y corporal, apoyados en tecnologías de la información y enfocados al perfil del ingeniero, para mejorar la capacidad de escuchar y expresar tanto las ideas como experiencias, con una actitud de tolerancia y respeto hacia las personas.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Presenta un portafolio de evidencia que integre los siguientes documentos: currículum vitae, carta de motivos personales, ensayo y reporte técnico y una reflexión de la utilidad de los mismos en la ingeniería.

Elabora y presenta discurso breve ante un público (donde aplica habilidades verbales y no verbales), siguiendo los lineamientos del tipo que corresponda (persuasivo, motivacional, informativo).

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Ingeniería y comunicación

Competencia:
Identificar los conceptos generales de la comunicación, mediante el estudio de sus etapas y proceso, tomando en cuenta los niveles, barreras y las nuevas tecnologías, para establecer una comunicación efectiva que pueda aplicarse en la ingeniería, con una actitud crítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 3 horas

1.1 Concepto de comunicación, alcances e importancia.
1.2 Etapas evolutivas de la comunicación.
1.3 El proceso y los modelos de la comunicación
1.4 Los ingenieros, la comunicación y las nuevas tecnologías
1.5 Niveles de la comunicación
    1.5.1 Intrapersonal
    1.5.2 Interpersonal
    1.5.3 Social, grupal, masiva
1.6 Barreras de la comunicación
    1.6.1 Interferencias: físicas, psicológicas, semánticas, fisiológicas, administrativas

UNIDAD II. Comunicación escrita de la unidad

Competencia:
Escribir diferentes tipos de textos, mediante el uso de las reglas ortográficas y lineamientos de la redacción, para elaborar textos académicos y profesionales en el ámbito de la ingeniería, con honestidad y creatividad.

Contenido: **Duración:** 7 horas

2.1 Ortografía general
- 2.1.1. Reglas generales de acentuación
- 2.1.2. Signos de puntuación
- 2.1.3. Uso de grafías complejas

2.2. La redacción
- 2.2.1. Planeación de la redacción
- 2.2.2. Métodos y técnicas de redacción
- 2.2.3. Elementos: fondo y forma
- 2.2.4. Características de redacción (Claridad, sencillez, precisión, concisión, integridad, corrección)

2.3. El párrafo (estructura y clasificación)
- 2.3.1 Párrafo de introducción
- 2.3.2 Párrafo de desarrollo
  - 2.3.2.1 Párrafo descriptivo
  - 2.3.2.2 Párrafo narrativo
  - 2.3.2.3 Párrafo expositivo
  - 2.3.2.4 Párrafo argumentativo
- 2.3.3 Párrafo de transición
- 2.3.4 Párrafo de conclusión

2.4. Los vicios de redacción
- 2.4.1. Anfibología
- 2.4.2. Pleonasmo
- 2.4.3. Solecismo
- 2.4.4. Cacofonía
- 2.4.5. Barbarismo

2.5. Redacción de textos académicos y profesionales en el ámbito de la ingeniería
- 2.5.1. Currículum vitae
- 2.5.2. Informe técnico
- 2.5.3. Carta de motivos personales
- 2.5.4. Ensayo

UNIDAD III. Comunicación verbal y no verbal

Competencia:
Utilizar la comunicación verbal y no verbal, fundamentándose en los conocimientos lingüísticos, para comunicarse de manera eficaz y pertinente ante diferentes audiencias y ambientes, en situaciones personales, sociales y académicas, con propiedad y objetividad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1. Niveles y precisión en el uso del lenguaje.
- 3.1.1. Fónico, léxico semántico, sintáctico.
- 3.1.2 Culto, técnico, popular y vulgar.

3.2 Conocimiento técnico del comunicador eficaz
- 3.2.1 Cualidades del comunicador eficaz
- 3.2.2 Estrategias para mejorar la oratoria: ejercicios vocales, respiración con diafragma, trabalenguas,
- 3.2.3 Posturas frente al público/interlocutor: kinesia, proxémica y paralingüística.

3.3. El significado denotativo y connotativo de las palabras.

3.4 El discurso
- 3.4.1 Objetivo del discurso
- 3.4.2 Investigación del tema y el discurso
- 3.4.3 Análisis del público/interlocutor y formas de reunir los datos: edad, educación, género, antecedentes socioeconómicos, ocupación, raza, religión, origen geográfico, idioma. conocimiento, actitud hacia el tema, creencias u opiniones.
- 3.4.4 Cómo adaptarse verbalmente al público/interlocutor
- 3.4.5 Estructura del discurso: introducción, desarrollo y conclusión
- 3.4.6 Escenario del discurso

3.5 Presentación en público del discurso
- 3.5.1 Tipos de presentación: leído, memorizado, improvisado y espontáneo
- 3.5.2 Credibilidad
- 3.5.3 Manejo de la tensión, nerviosismo y vicios del lenguaje.

3.6 Material de apoyo para presentar el discurso (verbales y visuales)

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Investigar la historia de la comunicación, elaborando una línea del tiempo, para identificar las etapas evolutivas, con creatividad.	Elabora de forma individual una línea del tiempo sobre la historia de la comunicación donde se señalen las etapas evolutivas.	El alumno elegirá el tipo de material a utilizar según su creatividad.	3 horas
2	Analizar las exigencias actuales del entorno profesional en relación con la habilidad para comunicar ya sea oral o por escrito, a través de la lectura de artículos de la ingeniería, para detectar la importancia de la comunicación, con interés en su formación profesional.	Realiza la lectura de los artículos y realizar un resumen de la información.	Lectura: La comunicación oral y escrita en la formación de ingenieros, Patricia Carreño M. Lectura: El problema de la comunicación en ingeniería, Asdrúbal Valencia.	3 horas
3	Construir un caso práctico del modelo de la comunicación de Shannon y Weaver, identificando los elementos que lo conforman, para el análisis de una situación real dentro del contexto de la ingeniería, con disciplina.	Elabora un caso práctico representado en el modelo de Shannon y Weaver.	Apunte electrónico del tema.	3 horas
4	Ejemplificar las barreras de la comunicación, a través de la dramatización de situaciones de la vida real, para distinguir sus características y lograr minimizar o eliminar dichas barreras, con actitud reflexiva.	Se trabaja la actividad de rol playing en equipos para cada una de las barreras de la comunicación.	Los materiales los decide cada equipo según la dramatización a desarrollar.	3 horas
UNIDAD II				
5	Practicar la ortografía (acentuación, puntuación y grafías complejas) mediante ejercicios de	Responde ejercicios prácticos de completación preferentemente con textos u oraciones relacionados	Cuestionarios de opción múltiple, así como de completación.	3 horas

	completación, basándose en las reglas ortográficas, para redactar adecuadamente, con una actitud responsable y honesta.	con el ámbito profesional del Ingeniero.		
6	Redactar un currículum vitae, mediante procesador de texto, para expresar con propiedad su perfil, experiencia curricular y laboral, con una actitud profesional y ética.	Elabora un currículum vitae mediante procesador de textos tomando en cuenta los elementos básicos (información general, estudios, experiencia laboral, habilidades y destrezas)	Formato(s) de currículum que el estudiante podrá tomar como base.	3 horas
7	Redactar un informe técnico acerca de una práctica que lleve a cabo en los talleres de las unidades de aprendizaje Química o Física, considerando la estructura del informe y la bitácora de la práctica, para comunicar sus resultados, con una actitud profesional y ética.	El informe técnico tomará en cuenta la bitácora de la práctica de laboratorio y como estructura básica: el objetivo, el método, el procedimiento, resultados y conclusiones.	La práctica del laboratorio de química o física, así como el formato y la estructura del informe técnico.	3 horas
8	Redactar una carta de motivos personales, a partir de una convocatoria vigente, para participar en estancias académicas, con una actitud profesional y ética.	La carta de motivos toma en cuenta como estructura básica: el lugar y fecha de realización, a quien va dirigida, introducción, desarrollo, línea de investigación, proyecto o programa en el que desea participar.	Una convocatoria vigente para estancias académicas en otra universidad. Y ejemplos de cartas de motivos personales.	3 horas
9	Redactar un ensayo de opinión, a partir de la consulta de fuentes de información confiables en el campo de la ingeniería, con el propósito de ensayar ideas, pensamientos y argumentos propios, con una actitud crítica, reflexiva y ética.	El ensayo de opinión deberá contener como estructura básica introducción, desarrollo y conclusión. Será necesario que utilice el sistema de referencia IEEE.	La consulta de (mínimo) dos artículos académicos en el área de Ingeniería. Requiere de marcadores textuales y Normas IEEE.	3 horas
UNIDAD III				

10	Conocer las cualidades de la comunicación eficaz frente a un público, mediante la revisión de videos, para identificar las formas y los elementos correctos de la comunicación verbal y no verbal, con actitud reflexiva y crítica.	Revisa videos de discursos. Identifica características positivas y negativas para una comunicación eficaz ante un público.	Computadora Cañón Videos	3 horas
11	Practicar estrategias que mejoren la oratoria, mediante la realización de ejercicios, para que el alumno desarrolle nuevas formas de preparación ante la exposición oral, con actitud de respeto.	Realiza ejercicios vocales, respiración con diafragma y trabalenguas.	Materiales impresos Proyección de Trabalenguas	3 horas
12	Aplicar las técnicas de la expresión oral y corporal, para lograr una comunicación efectiva, mediante la realización de un video, con creatividad.	En equipos producirán un video donde ejemplifiquen buenas prácticas de expresión oral y corporal para una presentación ante un público determinado. Exposición del video.	El equipo elegirá el tipo de material y tecnologías a utilizar de acuerdo con su creatividad.	3 horas
13	Redacción de discurso escrito, considerando la estructura formal de redacción, para el logro del objetivo del mismo, con originalidad.	Revisión de propuestas de discursos en equipos para la retroalimentación colaborativa.	Procesador de texto	3 horas
14	Desarrollar una exposición oral, mediante la presentación de un discurso dirigido a una audiencia específica, para el desarrollo de habilidades orales, escritas y corporales, con responsabilidad y compromiso.	Presentación de discursos individuales.	Recursos bibliográficos	9 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Aplicará examen diagnóstico, así como evaluaciones parciales, ordinarias y extraordinarias.
- Introducirá algunos de los temas básicos y reforzará las exposiciones de los equipos cuando sea pertinente.
- Retroalimentará a los estudiantes en sus presentaciones orales y escritas.
- Aplicará dinámicas escritas y vivenciales relacionadas con los temas a tratar.
- Asesorará y coordinará las exposiciones de los equipos.
- Revisará y orientará sobre la redacción de textos.
- Exigirá el uso adecuado del lenguaje verbal y no verbal.
- Desarrollará sesiones de taller para la realización de las prácticas propuestas.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Resolverá un examen diagnóstico oral y/o escrito con la finalidad de identificar áreas de oportunidad de mejora
- Resolverá casos prácticos sobre el tema de comunicación y el entorno escolar y profesional.
- Procesará mediante cuadros sinópticos, comparativos y mapas conceptuales temas expuestos por el profesor o sus compañeros.
- Ejercitará la aplicación de reglas generales de acentuación, puntuación y las grafías complejas.
- Analizará y redactará textos propios del ámbito de la ingeniería: currículum vitae, informe técnico, ensayos, etc.
- Elaborará presentaciones audiovisuales para expresarse frente a grupo sobre temas de la unidad de aprendizaje.
- Redactará y presentará un discurso que cumpla con la competencia general de la materia.

El presente curso es teórico-práctico y requiere de la participación dinámica del alumno, tanto en los trabajos grupales como en los individuales.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Ejercicios y tareas……....30%
- Exposiciones……..…….. 10%
- Cuadernillo de ortografía…….10%
- Ensayo……..…… 25%
- Evidencia de desempeño……....25%
  (Portafolio de evidencia)
  (Discurso Final)

Total……....100%

Nota: Se llevarán a cabo al menos dos evaluaciones parciales que incluirán el ensayo y el discurso final.

- Los ejercicios en clase y tareas deberán entregarse en tiempo, limpios, con orden, claridad y coherencia en el desarrollo de las ideas. Deben atender a normas de redacción y ortografía.

- Las exposiciones deberán atender los lineamientos vistos en clase sobre comunicación escrita, lenguaje oral y corporal, así como el uso de herramienta multimedia.

- Mayores detalles se especificarán en las rúbricas de evaluación según corresponda.

IX. REFERENCIAS

Básicas

Berlo, David K. (2000) *El proceso de la comunicación. Introducción a la teoría y a la práctica*. Ed. El Ateneo. [Clásica].

Cassany, Daniel (2002) 10ª. *La cocina de la escritura*. Edit. Anagrama. Barcelona, España.[clásica]

Cantú Ortíz, Ludivina. (2010) *Comunicación para Ingenieros*. Ed. Patria. México, D.F. [Clásica]

Cohen, Sandro. (2010) *Redacción sin dolor*. Editorial Planeta. [Clásica]

Fonseca, S. et.al. (2011) *Comunicación oral y escrita*. Edit. Pearson, México, D. F. [Clásica]

Fournier, Marcos C. (2004) *Estrategias de ortografía*. Editorial Thomson, México. [Clásica]

Fournier, Marcos C. (2004). *Comunicación Verbal*. Editorial Thomson, México. [Clásica]

Gómez, Ana Cristina; Ochoa, Ligia (2011) *Manual de redacción para ingenieros.* Edit. Ascun (Asociación Colombiana de Universidades). Colombia. [Clásica]

Kindelan, Ma. Paz. (2008) *Ingenieros del siglo XXI: importancia de la comunicación y de la formación estratégica en la doble esfera educativa y profesional del ingeniero. Ciencia, Pensamiento y Cultura.* No. 732 julio-agosto Edit. Arbor [Clásica]

McEntee, Madero Eileen. (2001).*Comunicación Oral*. Thombra Universidad, México. [Clásica]

Complementarias

Adler R. y Marquardt J. (2005). *Comunicación organizacional. Principios y prácticas para negocios y profesiones*. Octava edición. Editorial McGrawHill, México. [Clásica]

Campo Vidal, Manuel. (2018). *Eres lo que comunicas*. Ed. RBA libros. España,

Castro, Adela de. (2014). *Comunicación Oral: Técnicas y estrategias.* Ed. Universidad del Norte. Colombia.

CONACYT (2013) *Cómo hacer una carta de intención.* Documento www. Recuperado en abril del 2016 en: http://conacyt.gob.mx/posgrados/index.php/cursos-en-linea/ensayo-de-admision-y-carta-de-intencion/espanol

David A. Rubin, Irwin. Mcintyre, James. (1989) *Psicología de las organizaciones*. Experiencias. Prentice Hall. [Clásica]

Díaz Barriga, R (2001) *Redacción técnica.* Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. [Clásica]

Gómez, C. (2004) *La ingeniería y el Quijote. Anales de Mecánica y Electricidad.* Septiembre- Octubre p. 58-62. Documento www recuperado en octubre del 2015 en: https://www.icai.es/contenidos/publicaciones/anales_get.php?id=34 [Clásica]

Halbert, D., & Whitaker, H. (2016) *Advocacy and Public Speaking: A Student's Introduction*. Chester: University of Chester Press

Hogan, K. (2008) *The Secret Language of Business: How to Read Anyone in 3 Seconds or Less*". Hoboken, N.J: Wiley, [Clásica]

Verderber, Rudolph F. (2017) Comunícate. Ed. Cengage. México.	ITCA-FEPADE (s-f) *Cómo hacer un currículum vitae y cómo actuar en una entrevista de empleo.* Documento recuperado de: https://drive.google.com/drive/folders/0B1yQzw4afY2Rc2o4OHJqT1ZlMDQ MTD Training. (2012) *Effective communication skills*. Bookboon.com. [Clásica] Pérez-Castaño (2007) *Competitividad, desarrollo e Ingeniería, algunas reflexiones.* Ingeniería y Competitividad, Vol. 9, No. 1, p. 57-75. Universidad del Valle, Colombia. Documento www recuperado en noviembre del 2015: http://www.redalyc.org/pdf/2913/291323498005.pdf [Clásica] Stack, L. (2013). *Creating an Effective Presentation: Preparing for Success, Controlling the Environment, and Overcoming Fear.* Highlands Ranch, Colo: The Productivity Pro, Inc. UNAM CERT (2011) *Qué hacer y qué no hacer con tu correo electrónico.* Documento recuperado de: https://securingthehuman.sans.org/newsletters/ouch/issues/OUCH-201609_sp.pdf [Clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer título de Licenciatura en Humanidades y Ciencias Sociales, preferentemente Maestría en área afín. Contar con experiencia docente en el área de la enseñanza de la Literatura, La Lengua, Lectura y Redacción o la Comunicación y también en docencia en Instituciones de Educación Superior. Debe ser una persona reflexiva, crítica, que estimule la interacción comunicativa, desarrolle la capacidad creativa, intelectual y cognitiva del alumno, anime sus participaciones y posea amplias habilidades comunicativas.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Desarrollo Profesional del Ingeniero

5. Clave: 33528

6. HC: 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Mayra Iveth Garcia Sandoval	
Valeria Mizotiz Rocha Cruz	
Carlos Saúl López Sánchez	
Súa Madaí Rosique Ramírez	
Diego Armando Trujillo Toledo	
Homero Samaniego Aguilar	

Fecha: 08 de agosto de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Humberto Cervantes De Ávila	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Mayra Iveth García Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La asignatura Desarrollo Profesional del Ingeniero propicia el desarrollo de habilidades del comportamiento humano como inteligencia emocional, habilidades interpersonales, comunicación, liderazgo, trabajo en equipo, solución de conflictos, lo cual contribuye de manera integral a su proyecto profesional en las áreas de la ingeniería.

Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter de obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar un proyecto, para contribuir en la formación profesión a través del desarrollo de habilidades del comportamiento humano y el establecimiento metodológico de un plan estratégico a corto y mediano plazo, con una actitud crítica, objetiva, responsable y propositiva.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrollar un proyecto profesional que incluya: misión, visión, análisis de la situación, objetivos estratégicos y plan de acción.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. El ingeniero y factores que influyen en su desarrollo profesional.

Competencia:
Relacionar los factores que influyen en el desarrollo profesional del ingeniero, características y elementos de la profesión como vocación, habilidades, aptitudes e intereses, para resolver problemas presentados en los nuevos escenarios formativos a través de teorías y contenidos bibliográficos sobre la formación profesional con pensamiento crítico, responsabilidad, honestidad y respeto.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1. Expectativas sociales y laborales sobre el ingeniero.
1.2. El ingeniero en su desarrollo profesional.
1.3. Elementos que componen la profesión (vocación, habilidades, aptitud, intereses, capacidades).
1.4. Desarrollo de habilidades para la formación profesional

UNIDAD II. El ingeniero y el desarrollo de habilidades para su formación profesional

Competencia:
Desarrollar habilidades de comportamiento humano tales como inteligencia emocional y habilidades interpersonales, para integrarse de forma óptima a la formación profesional a través de teorías y métodos, con pensamiento crítico, responsabilidad y compromiso.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Inteligencia emocional para la formación de ingenieros.
2.2 Factores que influyen en el control emocional en la formación de ingenieros.
2.3 Habilidades interpersonales para formación de ingenieros.
2.4 Factores que influyen en el desarrollo de habilidades interpersonales.

UNIDAD III. Habilidades gerenciales para ingenieros.

Competencia:
Desarrollar habilidades gerenciales para la formación profesional en el área de la ingeniería, mediante las técnicas y teorías de comunicación, liderazgo y solución de conflictos, con respeto, empatía, solidaridad y compromiso social.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 La comunicación como herramienta básica en la formación de ingenieros.
3.2 Barreras que dificultan el proceso de comunicación.
3.3 Liderazgo y sus aplicaciones prácticas en la ingeniería.
3.4 Cómo crear grupos y equipos de trabajo efectivos.
3.5 Técnicas para la solución de conflictos.

UNIDAD IV. Proyecto profesional

Competencia:
Diseñar un proyecto profesional para contribuir en el desarrollo de su formación profesional mediante el establecimiento metodológico de un plan estratégico a corto y mediano plazo, con una actitud crítica, objetiva, propositiva, responsabilidad y compromiso.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Definición de misión, visión y valores.
4.2 Análisis FODA en escenarios académicos y profesionales.
4.3 Establecimiento de estrategias para escenarios académicos y profesionales.
4.4 Plan de acción para el desarrollo del proyecto profesional.
4.5 Plan de contingencia para el desarrollo del proyecto profesional.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar su desarrollo psicosocial para reconocerse como un ser social en escenarios académicos y profesionales a través de la revisión teórica de los estadios del desarrollo psicosocial con responsabilidad y honestidad.	Revisión bibliográfica de las estadios de desarrollo psicosocial de Erik Erikson, identificando la etapa en la que se encuentra en estos momentos y contrasta con las expectativas del entorno académico.	-Internet -Bibliografía -Computadora -Proyector -Rubrica	2 horas
2	Identificar las expectativas sociales para identificar el papel del ingeniero en académicos y profesionales a través del role playing con honestidad y respeto.	Role playing de expectativas sociales. Considerando las cuatro fases del modelo clásico del role playing: motivación, preparación de la dramatización, dramatización y debate.	-Internet -Lista de expectativas sociales sobre el ingeniero -Bibliografía -Computadora -Proyector -Rubrica	2 horas
3	Describir el comportamiento humano en contextos académicos para relacionarlo con el área de la ingeniería, a través de la proyección de una película, con tolerancia y respeto.	Proyectar la película: “3 Idiots” de Rajkumar Hirani, 2009. Comentar y elaborar un reporte con la descripción e identificación del comportamiento humano en contextos académicos.	-Película -Proyector -Bocinas	2 horas
4	Revisar los elementos de la vocación para identificar habilidades, aptitudes, intereses,	Realizar test de vocación, aptitudes e intereses y reflexionar sobre los resultados para	-Test de vocación, aptitudes e intereses. -Bibliografía	2 horas

	capacidades a través de test y técnicas con pensamiento crítico, analítico, compromiso y responsabilidad.	identificar sus fortalezas académicas.	-Formatos y platillas de aplicación de test -Rubrica	
5	Identificar el estilo de aprendizaje personal para seleccionar las estrategias de estudios idóneas, empleando test estandarizados con actitud crítica y reflexiva	Realizar test de valoración de estilo de aprendizaje, y reflexionar sobre los resultados para identificar sus fortalezas personales. Al concluir el ejercicio se realiza reflexión colectiva respecto a la diversidad de estilos de aprendizaje y la idoneidad de algunas técnicas de estudio.	-Cuestionario de estilo de aprendizaje. -Bibliografía -Hojas -Computadora -Proyector -Rubrica	2 horas
UNIDAD II				
6	Distinguir los elementos que componen la inteligencia emocional para reconocer sus fortalezas y debilidades que impactan en su formación profesional a través de técnicas que incluyan la revisión de autoestima con responsabilidad y honestidad.	El alumno construirá su propia escalera de la autoestima y registrará sus fortalezas y debilidades en cada uno de los peldaños, que registro de fortalezas y debilidades por peldaño.	-Formato de actividad “escalera de la autoestima” -Proyector -Computadora -Rubrica	2 horas
7	Clasificar por tipo las motivaciones personales y académicas reflexionar sobre sus recursos en contextos académicos y profesionales a través de ejercicios prácticos con honestidad y respeto.	El alumno identificará sus motivaciones personales y académicas (intrínsecas y extrínsecas) tomando como referencia el taller 1.	-Formato de motivaciones personales, académicas y laborales. -Proyector -Computadora -Rubrica	2 horas
	Identificar las habilidades	Técnica de lenguaje no verbal,	-Formato de lista de palabras o	2 horas

8	interpersonales para comprender la funcionalidad emocional y el uso adecuado y oportuno de la palabra en contextos académicos y profesionales a través de técnicas de comunicación interpersonal con responsabilidad y respeto.	solicitar que se sitúen en parejas y pedirle que A le transmita a B un mensaje sin utilizar la palabra ni gestos faciales. Posteriormente retroalimentar la experiencia: identificando las barreras de la comunicación así como la funcionalidad emocional, el uso adecuado y oportuno de la palabra en contextos académicos y profesionales.	situaciones usadas y/o presentadas en el área de la ingeniería. -Proyector -Computadora -Rubrica	
UNIDAD III				
6	Aplicar las habilidades del liderazgo para la resolución de casos prácticos en la ingeniería a través del uso de las herramientas tales la comunicación con honestidad, equidad e imparcialidad.	Role playing de habilidades del liderazgo. Considerando las cuatro fases del modelo clásico del role playing: motivación, preparación de la dramatización, dramatización y debate.	-Casos prácticos en la ingeniería -Bibliografía -Proyector -Computadora -Rubrica	4 horas
7	Identificar las características de la negociación para aplicar en las situaciones en las que se presenten oportunidades de negociación y determinar las estrategias que le permitan atender los conflictos a través de estudio de caso con una actitud empática y ética profesional.	Resolución de casos de estudio sobre negociación y resolución de conflictos en la ingeniería. Entregar por escrito y exponerlo.	-Casos de estudio acerca de negociación y resolución de conflictos en la ingeniería que el docente propone. -Bibliografía -Proyector -Computadora -Rubrica	4 horas
UNIDAD IV				
8	Diseñar un proyecto profesional para contribuir en el desarrollo de	Tomando como base los siguientes pasos: a) definición de	-Formato y/o esquema de plan estratégico.	8 horas

	su formación profesional mediante el establecimiento metodológico de un plan estratégico a corto y mediano plazo, con una actitud crítica, objetiva, propositiva, responsabilidad y compromiso.	misión, visión y valores, b) análisis FODA c) establecimiento de estrategias, d) plan de acción y d) plan de contingencia, elaborar un plan estratégico de carrera a corto y mediano plazo. Se presenta por escrito como proyecto final y se expondrá de manera voluntaria.	-Formato FODA -Bibliografía -Proyector -Computadora -Rubrica	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase se desarrollará de manera general la explicación de la introducción a la unidad de aprendizaje y se firmará la carta compromiso de los alumnos en la cual se explica la metodología de trabajo, los criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones tanto del docente como del alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Mediante técnicas expositivas apoyadas en presentaciones o diálogo grupal, el docente introducirá y concluirá cada una de las unidades y temas que se abarquen durante el curso.

- Para el desarrollo de los temas se proporcionará el ambiente adecuado para que el aprendizaje sea centrado en el alumno, dando instrucciones sobre los pasos a seguir, ya sea de manera individual o grupal.

- Utilizará herramientas que propicien un aprendizaje constructivista como investigación, lectura crítica, sociodramas, ejercicios de proyección, autoanálisis, dinámicas de grupo y llenado de formato.

- Entrega de material bibliográfico

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Mediante dinámicas, técnicas y test para logrará la identificación de habilidades para su formación profesional.
- Presentará y/o expondrá los productos finales que resulten del trabajo realizado en cada una de las actividades propuestas.
- Indagará en fuentes bibliográficas, bases de datos y/o publicaciones electrónicas de temas previamente indicados.
- Resolverá formatos y situaciones planteadas dentro del salón de clase de manera individual y/o en equipo. Elabora un problemario

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Exámenes escritos ……..…..... 25%
- Portafolio de evidencias……..... 25%
- Tareas……..……....5%
- Exposiciones……...…….....5%
- Proyecto final…….…….. 40%

Total……...…….....100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Casares, D.; Siliceo, A. (2015) Planeación de vida y carrera: Vitalidad personal y organizacional, desarrollo humano y crisis de madurez, asertividad y administración de tiempo. 2da Ed.. México: Limusa.

Castañeda, Luis. (2014). Un plan de vida para jóvenes. México. Nueva Imagen.

DuBrin, Andrew J. (2015). Human Relations: Interpersonal. Job-oriented Skills. England. Pearson.

Goleman, D. (1997). Emotional Intelligence. US: Bantman Book.[clásico].

Lussier, R., & Achua, C. F. (2016). *Liderazgo: teoría, aplicación y desarrollo de habilidades.* [recurso electrónico].

Madrigal Torres, B. E., & Vázquez Flores, J. M. (2017). *Habilidades directivas: teoría, auto aprendizaje, desarrollo y crecimiento*. México, D. F. : McGraw-Hill. [recurso electrónico].

Complementarias

Flores Rosete, Lucrecia G. (2014). Plan de vida y carrera: Manual de desarrollo humano. Estado de México: Pearson.

Pansza, M. & Hernández, S. (2013). El Estudiante, técnicas de estudio y de aprendizaje. México: Trillas, pp.144

Pereyra, M. (2015). Relaciones Humanas positivas, el arte de llevarse bien con los demás. (3era. reimp.). México: Gema Editores, pp. 187

Yukl, G. A., & Moreno López, Y. (2008). *Liderazgo en las organizaciones.* Madrid: Pearson Educación. [recurso electrónico].

X. PERFIL DEL DOCENTE

El profesor de este curso debe contar con título de Licenciatura en Pedagogía, Psicología o área afín, o alternativamente un ingeniero preferentemente con posgrado en desarrollo humano, desarrollo organizacional ó con experiencia laboral mínima de tres años en áreas administrativas, gestión y manejo de personal; y cursos de formación docente en los últimos 2 años, debe ser responsable, respetuoso, promover la participación activa del alumno.

Experiencia en manejo de grupos y aplicación de estrategias didácticas con una visión multidisciplinaria enfocada en el desarrollo de las áreas de la ingeniería, así como en el manejo de las TIC´s que muestre una actitud ética, empática, motivadora, asertiva e incluyente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. **Programa Educativo:** Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. **Plan de Estudios:** 2019-2

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Inglés I

5. **Clave:** 33529

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
José Luis Aguirre Blancas	
Christian Aldaco Avendaño	
Reyna Virginia Barragán Quintero	
Ricardo Jesús Renato Guerra Fraustro	
Mydory Oyuky Nakasima López	
Monceni Anabel Pérez Maciel	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar las herramientas teóricas y metodológicas que permitan a los estudiantes adquirir las habilidades lingüísticas y comunicativas elementales del idioma inglés (comprensión lectora, comprensión auditiva, expresión oral y expresión escrita) las cuales permiten comprender y utilizar expresiones cotidianas, tales como presentarse, presentar a otros, preguntar y responder sobre temas personales o del entorno inmediato, e interactuar con comunidades de habla inglesa que se esfuerzan en hacerse entender. Esta unidad de aprendizaje se encuentra ubicada en la etapa básica con carácter de obligatoria y pertenece al tronco común de la DES de Ingeniería

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Comunicar frases, expresiones y estructuras gramaticales del nivel básico del idioma inglés A1 según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas, con la finalidad de hacer uso en comunicación relativa a sí mismo, a situaciones familiares o cotidianas y al entorno inmediato, por medio de la lectura, la producción escrita, la interacción y expresión oral, en un marco de respeto y responsabilidad dentro y fuera del aula, con una actitud creativa y colaborativa.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y presenta una autobiografía escrita en el idioma inglés utilizando adecuadamente los tiempos verbales: presente simple, presente progresivo, pasado simple y pasado progresivo, así como el vocabulario y las expresiones adquiridas en la unidad de aprendizaje. La presentación debe ser breve y en el idioma inglés, en donde con fluidez se demuestre el dominio del vocabulario y las estructuras gramaticales adquiridas en la unidad de aprendizaje.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Vocabulario

Competencia:
Adquirir de manera oral y escrita el dominio de un vocabulario básico en inglés relativo a temas cotidianos, mediante conversaciones constantes en el que se incluyen: sustantivos, pronombres, adjetivos, frases y expresiones básicas, para lograr una base de comunicación efectiva en el idioma inglés, con una actitud proactiva y colaborativa, en un marco de inclusión y respeto.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1 Alfabeto y fonética (deletrear)
1.2 Frases y expresiones básicas (interjecciones de cortesía)
1.3 Categorías gramaticales
1.4 Vocabulario básico (temático)
1.5 Cognados y falsos cognados
1.6 Números, cifras y fechas
1.7 Pronombres personales
1.8 Adjetivos posesivos y pronombres posesivos
1.9 Adjetivos calificativos

UNIDAD II. Presente simple

Competencia:
Estructurar oraciones de manera oral y escrita, mediante el vocabulario adquirido y la conjugación del tiempo verbal presente simple, para describir aspectos de la vida cotidiana y de su entorno social, con actitud reflexiva, respetuosa y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Pronombres demostrativos
2.2 Presente simple del verbo “To Be”
2.3 Oraciones afirmativas en Presente simple
2.4 Oraciones negativas en Presente simple
2.5 Oraciones interrogativas en presente simple
2.6 Oraciones con el verbo haber (There is/There are)
2.7 Sustantivos contables e incontables (How many/How much)
2.8 Oraciones con el verbo modal “Can/Cannot”
2.9 Oraciones con el verbo modal “Have to/Has to”

UNIDAD III. Pasado simple

Competencia:
Estructurar oraciones de manera oral y escrita, mediante el vocabulario adquirido y la conjugación del tiempo verbal pasado simple, para referirse eventos pasados sobre información personal o del entorno inmediato, con actitud reflexiva, respetuosa y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Pasado simple
- 3.1.1 Pasado simple del verbo “To Be”
- 3.1.2 Oraciones afirmativas en pasado simple
- 3.1.3 Oraciones negativas en pasado simple
- 3.1.4 Oraciones interrogativas en pasado simple
- 3.1.5 Oraciones con el verbo haber (There was/There were)
- 3.1.6 Verboides (Could//Would//Should)
- 3.1.7 Vocabulario académico (temático)
- 3.1.8 Oraciones en modo imperativo

UNIDAD IV. Presente progresivo y Pasado progresivo

Competencia:
Estructurar de manera oral y escrita oraciones conjugadas en el tiempo verbal presente progresivo y pasado progresivo, para expresar simultaneidad o anterioridad de la acción con el tiempo en que se habla, mediante conversaciones con el vocabulario adquirido, dentro de un marco de comunicación respetuosa y constructiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Presente progresivo y Pasado progresivo
- 4.1.1 Gerundio e infinitivo (usos de los verbos con terminación “-ing”)
- 4.1.2 Oraciones afirmativas en presente progresivo
- 4.1.3 Oraciones negativas en presente progresivo
- 4.1.4 Oraciones interrogativas en presente progresivo
- 4.1.5 Oraciones afirmativas en pasado progresivo
- 4.1.6 Oraciones negativas en pasado progresivo
- 4.1.7 Oraciones interrogativas en pasado progresivo

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Conocer el alfabeto y la fonética del idioma inglés, con la finalidad de desarrollar habilidades lingüísticas, a través de un análisis contrastivo de las diferencias sustanciales entre el inglés y el español, con una actitud analítica y reflexiva.	El docente presenta la pronunciación del alfabeto en la lengua inglesa al igual que una serie de ejemplos. Posteriormente, muestra cómo deletrear palabras simples, con el cual el alumno deberá deletrear palabras simples, por ejemplo, su nombre.	Diagrama con la fonética del idioma inglés, lista de palabras elementales en el idioma inglés.	1 horas
2	Dominar las frases cotidianas de cortesía y amabilidad más comunes, mediante la pronunciación y representación de ejemplos, con la finalidad de comprender su significado, mostrando seguridad y respeto.	El docente muestra al alumno una serie de ejemplos en donde se utilicen este tipo de expresiones y genera una breve situación en la que el alumno debe responder con alguna de las palabras o frases aprendidas.	Representación de una situación simulada en el aula de clases.	1 hora
3	Reconocer las diferentes categorías gramaticales, con la finalidad de desarrollar habilidades de análisis de las diferentes funciones comunicativas, mediante una tabla de referencia para las mismas, con una actitud propositiva y analítica.	El alumno hace un aporte de ideas de palabras (brainstorming) en inglés y el docente facilita una serie de frases y oraciones simples. El docente por medio de la utilización de las palabras y ejemplos dados, explica de manera general cuáles son y cómo reconocer las categorías gramaticales existentes.	Tarjeta mnemotécnicas o educativas, pizarrón, plumones, colores, papel y lápiz.	2 horas
4	Adquirir un vocabulario básico sobre personas y objetos de uso cotidiano, para contribuir en la	El docente presenta al alumno una serie de imágenes y fotografías de personas y objetos comunes de	Revistas, objetos en el aula de clases, dibujos.	2 horas

	comunicación directa, a través del reconocimiento de imágenes y fotografías, con una actitud participativa y colaborativa.	las cuales el alumno aprende su nombre y pronunciación en el idioma inglés para adquirir un vocabulario básico.		
5	Identificar qué son los cognados y los falsos cognados, con la finalidad de propiciar el análisis comunicativo, por medio del reconocimiento de palabras en el idioma inglés que se escriben o pronuncian de igual o similar manera, pero que en ocasiones tienen diferente significado en el idioma inglés, con una actitud proactiva y participativa.	El docente proporciona un pequeño texto al alumno en el que éste deberá identificar cognados y falsos cognados para incorporarlos a su vocabulario.	Fragmento de texto y lista de vocabulario, diccionario.	1 hora
6	Dominar el manejo de los números, cifras y fechas en el idioma inglés, por medio de la utilización de los mismos en diversos casos, con la finalidad de tener herramientas de comunicación, con una actitud reflexiva y colaborativa.	El docente plantea diferentes escenarios en los que es necesario utilizar expresiones numéricas con el fin de que los alumnos interactúen entre sí para practicar el manejo de dichas expresiones al tiempo que se integran grupalmente.	Reloj, calendario, agenda, utilerías contables.	2 horas
7	Utilizar los pronombres personales del idioma inglés en frases simples, a través de los sustantivos, para procurar un lenguaje claro y directo, de manera constructiva y creativa.	El docente presenta un análisis contrastivo de los pronombres personales del español y el inglés para permitir que el alumno haga una sustitución correcta de sustantivos en frases simples formuladas a partir del vocabulario adquirido.	Aula, pizarrón, plumones.	1 horas
8	Manejar correctamente los adjetivos y pronombres posesivos,	El docente presenta y explica el manejo los adjetivos y pronombres	Aula, pizarrón, lápiz y papel.	1 hora

	desde la modificación de las frases y ejemplos estudiados, con la finalidad de ir creando nuevas frases u oraciones en las que se emplearán éstos, de manera creativa y reflexiva.	posesivos, a partir de los cuales el alumno escribe una serie de frases utilizando los éstos apoyándose en el conocimiento previo.		
9	Expresar y señalar en el idioma inglés la descripción y cualidad de algunos sustantivos aprendidos, a través de la utilización de adjetivos calificativos comunes, con la finalidad de ir escribiendo y comentando una serie de frases u oraciones simples, de forma respetuosa y colaborativa.	El docente proporciona algunos ejemplos de adjetivos calificativos y el empleo de los mismos en frases u oraciones sencillas, posteriormente el alumno y sus compañeros llevan a cabo ejercicio de aporte de ideas (brainstorming) en el que se integren nuevos adjetivos calificativos al vocabulario.	Lápiz, papel, diccionario.	1 hora
UNIDAD II				
10	Emplear los pronombres demostrativos en el intercambio de ideas expresadas, de manera oral, para señalar a personas u objetos en el aula de clases, con una actitud respetuosa y cordial.	El docente proporciona ejemplos puntuales para cada uno de los pronombres demostrativos y posteriormente el alumno emplea éstos para elaborar frases u oraciones simples de manera oral.	Aula, pizarrón, utilería del aula.	1 hora
11	Construir una lista de oraciones sencillas en el idioma inglés, a través de la utilización del verbo “To Be” (ser/estar) en el tiempo presente simple, con la finalidad de realizar diálogos, a partir de las competencias y vocabulario adquiridos, mostrando una actitud proactiva.	El docente facilita ejemplos de la utilización del verbo “To Be” (ser/estar) en el tiempo Presente simple, posteriormente el alumno construye una oración por cada pronombre personal, en las que incorpora los pronombres demostrativos y los adjetivos calificativos estudiados en los	Lápiz, papel, pizarrón, plumones, aula.	2 horas

		puntos anteriores.		
12	Producir oraciones sencillas en el tiempo presente simple del idioma inglés de forma afirmativa, a través de la traducción del español al inglés de un breve escrito personal sobre hábitos y rutinas, para describir tiempo en actividades, con una actitud de confianza y empatía.	El alumno redacta en el idioma inglés una breve lista de sus hábitos y rutinas de manera general en las que utiliza oraciones sencillas en el tiempo verbal Presente simple del idioma inglés, el docente apoya proporcionando algunos ejemplos.	Diccionario, papel, lápiz, pizarrón, plumones.	2 horas
13	Estructurar oraciones negativas e interrogativas en presente simple, para desarrollar habilidades expresivas, utilizando las oraciones afirmativas en presente simple, de manera respetuosa y colaborativa.	El docente a través de los ejemplos proporcionados de oraciones afirmativas en presente simple, explica cómo construir las formas negativa e interrogativa del presente simple, posteriormente el alumno intercambia su lista de oraciones afirmativas con un compañero para estructurar las mismas ahora en forma negativa e interrogativa.	Papel, lápiz, pizarrón, plumones.	2 horas
14	Expresar oraciones en inglés empleando las partículas “There is/there are” contrastado con el verbo haber del español, para fortalecer conocimientos de ubicación, mediante una lista de oraciones sencillas escritas y comentadas de manera oral, de forma participativa y respetuosa.	El docente facilita la explicación del manejo de las oraciones con las partículas “There is/there are” a través de ejemplos concretos, posteriormente el alumno elabora sus propios ejemplos elaborando una lista de ellos y comentándolos en el aula de forma oral para intercambiar ideas con sus compañeros.	Papel, lápiz, pizarrón, plumones, aula.	2 horas
15	Identificar sustantivos contables y no contables, por medio de la	El docente explica la diferencia entre ambas categorías de	Lápiz, papel, pizarrón, plumones,	2 horas

	elaboración de oraciones interrogativas con las preguntas: “How many” y “How much”, para tener noción de cantidad, de manera reflexiva y participativa.	sustantivos y emite una serie de ejemplos, posteriormente el alumno escribe y comenta a sus compañeros sus propios ejemplos.	aula.	
16	Expresar de manera oral y escrita oraciones simples, a través del verbo modal “Can” en forma afirmativa, negativa e interrogativa, para generar oraciones del mismo tema, participando en un breve debate grupal, de manera respetuosa y colaborativa.	El docente presenta una serie de ejemplos sobre el manejo del verbo modal “*can*” (poder), en las formas afirmativa, negativa e interrogativa y posteriormente el alumno elabora ejemplos en los que utilice dicho verbo modal para participar en un breve debate grupal sobre lo que se puede hacer y no se puede hacer en una situación o entorno determinados.	Pizarrón, plumones, lápiz, papel, aula.	1 hora
17	Estructurar oraciones con el verbo modal “Have to/has to”, en forma afirmativa, negativa e interrogativa, a través de la elaboración de un plan de actividades, para activar conocimientos de acciones, con una postura participativa y creativa.	El docente presenta una serie de ejemplos sobre el uso del verbo modal “have to/has to”, enseguida el alumno utiliza en forma afirmativa, negativa e interrogativa tal verbo modal en la presentación de un plan de actividades para un evento o una situación imaginaria.	Lápiz, papel, pizarrón, plumones, aula.	2 horas
18	Emplear los pronombres demostrativos en el intercambio de ideas expresadas, de manera oral, para señalar a personas u objetos en el aula de clases, con una actitud respetuosa y cordial.	El docente proporciona ejemplos puntuales para cada uno de los pronombres demostrativos y posteriormente el alumno emplea éstos para elaborar frases u oraciones simples de manera oral.	Aula, pizarrón, utilería del aula.	1 hora
UNIDAD III				

19-20	Estructurar oraciones de manera oral y escrita conjugadas en tiempo pasado simple, con la finalidad de hacer uso correcto de la conjugación verbal, mediante ejemplos, con actitud propositiva y participativa	El docente plantea diferentes escenarios en los que los alumnos deben utilizar oraciones del tiempo pasado simple reforzando el conocimiento teórico y la habilidad de comunicación, tanto oral como escrita, a través de describir las actividades que el estudiante realiza en día ordinario de la semana.	Aula, pizarrón, plumones, fotografías diversas.	3 horas
21-22	Estructurar oraciones interrogativas de manera oral y escrita conjugadas en tiempo pasado simple, a través del uso correcto de la conjugación verbal, para reforzar conocimientos teóricos, con actitud propositiva y participativa.	El docente guía a los alumnos en la elaboración de preguntas en tiempo pasado, que incluyan el uso del verbo haber (*there was*/*there were*) reforzando el conocimiento teórico y la habilidad de comunicación, tanto oral como escrita mediante la construcción de una historia en una mesa redonda basándose en una fotografía, la cual tendrán que narrar los miembros del equipo a sus compañeros en clase.	Aula, pizarrón, plumones, fotografías diversas.	3 horas
23-24	Estructurar oraciones positivas, negativas e interrogativas de manera oral y escrita conjugadas en tiempo pasado, para su aplicación, mediante del uso correcto de los verboides Could, Would y Should, con actitud propositiva y participativa.	El docente plantea ejemplos ilustrativos para que los alumnos practiquen y después elaboren oraciones afirmativas, negativas e interrogativas enriqueciendo su vocabulario y utilizando los verboides Could, Would y Should al hablar de alguna experiencia del pasado.	Aula, pizarrón, plumones.	4 horas

25	Estructurar oraciones imperativas de manera oral y escrita, con la finalidad de fortalecer el conocimiento teórico, mediante del uso correcto de la forma verbal, con actitud propositiva y participativo.	El docente ejemplifica el uso de la forma imperativa de los verbos en inglés para que los alumnos puedan fortalecer su conocimiento teórico con ejercicios verbales y escritos.	Aula, pizarrón, plumones.	2 horas
UNIDAD IV				
26	Estructurar oraciones con verbos con terminación “-ing”, para forjar su aplicación, a través del uso correcto de la conjugación verbal, con actitud propositiva y participativa.	El docente explica las reglas del uso de los verbos con terminación “-ing” y explica la diferencia del uso del gerundio y el infinitivo.	Aula, pizarrón, plumones.	2 horas
27	Estructurar oraciones afirmativas de manera oral y escrita, para realizar ejemplos propios, mediante el vocabulario de los verbos como hobbies, con una actitud propositiva y participativa.	El docente muestra ejemplos para que los alumnos puedan generar sus propias oraciones utilizando sus hobbies de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, plumones.	2 horas
28	Estructurar oraciones negativas de forma escrita, retomando la negación del verbo “To Be”, para realizar ejemplos propios, mediante el vocabulario de los verbos, con una actitud reflexiva y participativa.	El docente retoma el verbo “To Be” para ejemplificar las oraciones en negativo para que luego el alumno pueda cambiar sus oraciones afirmativas a negativas de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, plumones	2 horas
29	Estructurar oraciones interrogativas con su respectiva respuesta de forma oral y escrita, retomando el verbo “To Be”, mediante ejemplos propios a	El docente ejemplifica haciendo preguntas con respuestas cortas utilizando el gerundio, de esta manera los alumnos harán una serie de preguntas de manera oral	Aula, pizarrón, plumones	1 horas

	través del vocabulario de los verbos, para fortalecer conocimientos previos, con una actitud reflexiva y participativa.	y escrita y las compartirán con sus compañeros.		
30	Estructurar oraciones afirmativas de manera oral y escrita, combinando el gerundio en pasado, con la finalidad de desarrollar habilidades comunicativas, con una actitud propositiva y participativa.	Los alumnos retoman el gerundio ahora utilizándolo en pasado, comparándolo con sus compañeros de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, plumones	1 horas
31	Estructurar oraciones negativas e interrogativas de manera oral y escrita, combinando el gerundio en pasado, con la finalidad de desarrollar habilidades comunicativas y de redacción, con una actitud propositiva y participativa.	Los alumnos hacen una serie de oraciones utilizando el gerundio en pasado, para después convertirlas a las formas negativa e interrogativa de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, plumones	1 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Utilizará la técnica expositiva; es el encargado de dirigir las diferentes actividades
- Lectura de textos
- Ejercicios de llenado de espacios, de opción múltiple, exámenes y prácticas de taller
- prácticas de comunicación a través de la interacción en el idioma inglés con sus compañeros y su maestro/a.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Participa en dinámicas, contribuyendo de manera voluntaria a retroalimentar y enriquecer la aprehensión de los conocimientos
- Trabajará de manera activa, cooperativa, individual y en grupos, desarrollando actividades de comprensión vinculadas al desarrollo de sus competencias lingüísticas y comunicativas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 2 exámenes escritos……...40%
- Reporte escrito……..20%
- Actividades de taller ……..20%
- Evidencia de desempeño
  (Presentación de autobiografía)..……20%
  Total……...100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
McCarthy, M., McCarten, J., y Sandiford, H. (2014). Saslow, J., y Ascher, A. (2015). *TopNotch 1 Book*. 3rd. Edition. United Kingdom: Pearson Education ESL. Touchstone *Level 1 Student's Book.* 2nd. Edition. New York, USA: Cambridge University Press.	Bunting, J. D. (2006). College Vocabulary 4-English for Academic Success. Boston: Houghton Mifflin Company. **[clásica]** Ibbotson, M. (2008). Cambridge English for Engineering [1]. Student's book. Ernst Klett Sprachen**.[clásica]** Lester, M. (2005). The McGraw-Hill handbook of English Grammar and Usage. McGraw-Hill. **[clásica]** Oxford University Press. (2002). Oxford Collocations Dictionary: for Students of English. Oxford University Press. **[clásica]** Pickett, N. A. (2000). Technical English: Writing, Reading and Speaking. Pearson Longman.**[clásica]** Quiroz, B. (2017). Glosario inglés-español: términos en TCL y LSF. Onomázein, 35(2), 227-242. doi:10.7764/onomazein.sfl.09 Robb, L. A. (2015). Diccionario para ingenieros español-inglés e inglés-español.

X. PERFIL DEL DOCENTE

Licenciado en Docencia de Inglés, Licenciado en Enseñanza de Idiomas o Licenciado en Traducción con formación docente, deseable experiencia previa de un año mínimo en la universidad. Certificación Nacional de Lenguaje (CENNI) con un mínimo de 12 puntos o banda 3 en los módulos 1, 2 y 3 de la Prueba de Conocimientos sobre Enseñanza (*TKT* por sus siglas en inglés) o dos años de experiencia como docente de inglés en nivel universitario. Dentro de sus cualidades, el docente debe destacar por su liderazgo, proactividad, actitud responsable, respetuosa y propositiva.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Introducción a la Ingeniería

5. Clave: 33527

6. HC: 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Lourdes Estela Sánchez Moreno	
Jován Oseas Mérida Rubio	
Martha Guadalupe Berrelleza Alejo	
Adriana Isabel Garambullo	
Rafael Flores Leyva	
Jorge Edson Loya Hernández	
Ana María Vázquez Espinoza	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
Mayra Iveth García Sandoval	
María Cristina Castañón Bautista	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La asignatura de Introducción a la Ingeniería provee al estudiante los conocimientos básicos de las diferentes profesiones de la Ingeniería, conduciéndolo a la ingeniería e identificando su campo de trabajo y su relación con las diferentes áreas de una organización, haciendo énfasis de su trascendencia en la sociedad .Esta asignatura forma parte del tronco común de la DES de Ingeniería, está ubicada en la etapa básica con carácter de obligatoria.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las profesiones de las ramas de la Ingeniería de acuerdo a su entorno, mediante la revisión de los elementos básicos de la Ingeniería, a fin de que el alumno sea capaz de contextualizar su programa educativo, con actitud crítica, objetiva y responsable.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Entrega de reporte y exposiciones donde se analicen los campos de especialidad de la ingeniería, así como los sectores en los que puede laborar un ingeniero.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a la Ingeniería

Competencia:
Conocer la importancia de la Ingeniería, su evolución y las características deseables del Ingeniero, a través de la comprensión de los elementos básicos de la Ingeniería, para contextualizar el ámbito profesional y social, con diligencia y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1. Ciencia, Tecnología e Ingeniería.
- 1.1.1 Relación entre Ingeniería, ciencia y tecnología
- 1.1.2 Creatividad

1.2 Breve desarrollo histórico de la Ingeniería
- 1.2.1 Necesidades que dan origen a la Ingeniería
- 1.2.2 Desarrollos e inventos que marcaron el avance de la humanidad

1.3 Características y habilidades del Ingeniero de éxito
1.4 Código de ética del Ingeniero mexicano

UNIDAD II. Herramientas para la Ingeniería

Competencia:
Aplicar las herramientas básicas de la Ingeniería, por medio de la revisión de metodologías gráficas y las TICs, para la identificación de soluciones a problemas en el área de Ingeniería, con apertura y disposición.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Importancia de las matemáticas en la Ingeniería
- 2.1.1 Aplicación de las matemáticas en la Ingeniería para la solución y optimización de problemas.

2.2 Herramientas TICs
- 2.2.1 Búsquedas electrónicas avanzadas
  - 2.2.1.1 Bases de datos
  - 2.2.1.2 Libros. revistas y artículos electrónicos
- 2.2.2 Software para ingeniería

2.3 Herramientas gráficas
- 2.3.1 Diagrama de bloques
- 2.3.2 Diagrama de flujo
- 2.3.3 Histograma
- 2.3.4 Diagrama de pareto
- 2.3.5 Diagrama causa-efecto

2.4 Metodología general para solución de problemas en ingeniería.

UNIDAD III. Programas educativos de Ingeniería en UABC

Competencia:
Distinguir los programas educativos, mediante la exposición de los planes de estudio establecidos por la Universidad Autónoma de Baja California, para la ubicación del perfil deseado, con una actitud crítica y analítica.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Ingenierías en UABC
    3.1.1 Ofertas por Unidad Académica
3.2 Mapa curricular de los Programas Educativos de Ingeniería
    3.2.1 Etapa básica
    3.2.2 Etapa disciplinaria
    3.2.3 Etapa terminal
        3.2.3.1 Áreas de énfasis

UNIDAD IV. Campo Laboral

Competencia:
Distinguir el campo laboral, mediante la descripción de las distintas áreas de la Ingeniería, para identificar sus retos actuales, con actitud objetiva y proactiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Campo de desarrollo del ingeniero.
- 4.1.1 Áreas de especialización de las ingenierías.
- 4.1.2 Relación de las asignaturas terminales con la especialización.
- 4.1.3 Ejemplos de especializaciones en algunas ingenierías

4.2 Áreas de aplicación de la Ingeniería
- 4.2.1 Administración
- 4.2.2 Producción
- 4.2.3 Educación
- 4.2.4 Investigación

4.3 Retos actuales de la Ingeniería
- 4.3.1 Uso de energía limpia
- 4.3.2 Cero desperdicios
- 4.3.3 Sustentabilidad

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los conceptos base de la Ingeniería, su desarrollo histórico, conociendo sus características, habilidades y el código de ética, mediante la investigación y revisión del desarrollo cronológico de la ingeniería, para enfatizar la importancia de la disciplina, con responsabilidad y dedicación.	Realiza un Mapa conceptual donde se muestre la interrelación entre los conceptos de Ingeniería, ciencia y tecnología.	Hojas, lápices, colores	1 hora
2		Realiza un Línea de tiempo y exposición sobre las civilizaciones antiguas y avances históricos que dieron origen al desarrollo de la Ingeniería	Cañón, computadora	2 horas
3		Realiza una investigación sobre las habilidades, características del Ingeniero y tratar esto en una Mesa redonda para comparar e identificar la información obtenida.	Pintarrón y Plumón	2 horas
4		Realiza un Lluvia de ideas analizando y ejemplificando el código de ética del Ingeniero Mexicano.	Apuntes electrónicos, pintarrón, plumones	2 horas
UNIDAD II				
5	Identificar el uso de las matemáticas en la ingeniería, a través de ejemplos de escenarios reales, para comprender su importancia en la solución de problemas, con visión integradora.	Realiza una investigación en equipo dependiendo de la disciplina de su interés en las ingenierías, donde identifiquen la aplicación de las matemáticas y elabora un reporte.	Computadora	2 horas
6	Aplicar herramientas TICs, mediante el uso de navegadores , para la búsqueda especializada de información, con actitud analítica y critica	Realiza búsquedas inteligentes en internet de temas multidisciplinarios, accediendo a sitios tales como bases de datos, libros y revistas electrónicos y elabora un reporte.	Computadora, Internet	2 horas

7	Aplicar herramientas gráficas que permitan organizar y presentar situaciones que ocurren de forma cotidiana, mediante la metodología, para la solución de problemas en ingeniería.	Realiza ejercicios para el análisis e interpretación de problemas y usar el diagrama correspondiente a dicho problema.	Hojas, lápiz	2 horas
UNIDAD III				
8	Representar el perfil de la ingeniería, mediante los planes de estudios ofertados por la UABC ,para introducirlo en su área y profundizar sobre su elección con autonomía y actitud crítica.	Investiga el plan de estudios, organizado en equipos por programa educativo, elaborar reporte.	Computadora e internet	3 horas
9		Realiza una exposición del programa educativo en equipo, para presentar dicho programa.	Computadora ,cañón	6 horas
UNIDAD IV				
10	Ubicar el campo laboral de las diferentes especialidades de ingeniería, a través del estudio de las actividades profesionales, para visualizar el área de desempeño de su área de estudio, con tolerancia y respeto.	Realiza una investigación en equipo multidisciplinario en donde se seleccione un proceso y se reconozcan las aplicaciones profesionales de ingeniería de su interés y elaborar reporte	Computadora	4 horas
11		Recopila información del proceso seleccionado así como la descripción general de las áreas en donde se desarrolla para aplicar el perfil de egreso y elaborar reporte y exposición	Computadora, cañón	4 horas
12	Descubrir los retos actuales de la ingeniería, mediante la revisión de escenarios profesionales reales, para concientizar sobre la situación global actual en sustentabilidad y ser partícipe de una, con visión prospectiva y respeto por el medio ambiente.	Ubicar el panorama real y actual de la Ingeniería en México mediante la investigación de proyectos hechos por mexicanos, y participar en un foro de discusión.	Computadora ,cañón y pintarròn	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El docente utilizará la técnica expositiva para presentar información específica antes de algunas temáticas se realizarán ejercicios colaborativos en el aula.

- Desarrollar estrategias didácticas para favorecer la integración y participación del alumno.
- Utilizar diversos recursos audiovisuales (videos, y presentación de diapositivas) para optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Fomentar la participación activa del alumno mediante trabajo en equipo, exposiciones y participación en clase.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El estudiante deberá poner en práctica estrategias de búsqueda de información, síntesis, resolución de ejercicios, exposiciones, y participación en actividades dentro del aula.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 3 exámenes escritos (10% cada examen).....30%
- Participación en clase…….10%
- Tareas…….. 20%
- Evidencia de desempeño…….....40%
  (Reporte escrito y exposición)

Total…….....100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Teran, D. M. (2016). *Introducción a la Ingeniería*. México, Alfaomega.

Romero, S., Romero, O., Muñoz, D., (2015). *Introducción a la Ingeniería*, 2da ed., México: Pearson Educación.

P. Grech. (2014). *Introducción a la ingeniería*, 2da ed., Colombia: Pearson Educación.

Welsh, S. (2017). *Introduction to Creativity and Innovation for Engineers.* United States:Pearson.

Complementarias

Hagen, K. (2009). *Introducción a la ingeniería*, 3era ed., México: Prentice Hall. [Clásica]

Wright, P. (2004). *Introducción a la Ingeniería*. 3ra ed. México: Limusa Wiley. [Clásica]

Electrónica

Schneider, D. (2014, January 28). Special Report: Dream Jobs 2014. Recuperado el 14 de Marzo de 2018 de https://spectrum.ieee.org/geek-life/profiles/special-report-dream-jobs-2014

Schneider, D. (2013, January 30). Special Report: Dream Jobs 2013. Recuperado el 14 de Marzo de 2018 de https://spectrum.ieee.org/at-work/tech-careers/special-report-dream-jobs-2013

Staff, S. (2012, January 31). Special Report: Dream Jobs 2012. Recuperado el 14 de Marzo de 2018 de https://spectrum.ieee.org/at-work/tech-careers/special-report-dream-jobs-2012.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer Licenciatura en Ingeniería o área afín con experiencia de dos años frente a grupos y experiencia en la industria preferentemente. De preferencia con posgrado en ingeniería y/o ciencias y experiencia en tutorías académicas. Debe ser una persona reflexiva, crítica, que estimule la interacción comunicativa, desarrolle la capacidad creativa, intelectual y cognitiva del alumno, anime sus participaciones y posea amplias habilidades comunicativas.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Cálculo Integral

5. Clave: 33530

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Cálculo Diferencial

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Tania Angélica López Chico	
Maximiliano de las Fuentes Lara	
Alfredo Gualberto Chuquimia Apaza	
Maribel Araceli Mejía Gordils	
Ricardo Jesús Renato Guerra Fraustro	
Ana María Vázquez Espinoza	

Fecha: 08 de febrero de 2017

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
Mayra Iveth García Sandoval	
María Cristina Castañón Bautista	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Las competencias de esta unidad de aprendizaje son necesarias para la formación adecuada del ingeniero, ya que proporciona conocimientos básicos, métodos, técnicas y criterios para la aplicación de la integración en la resolución de problemas propios de ingeniería. Asimismo, se estudian las bases y principios de tratamiento de las funciones trascendentes elementales que incluye sus propiedades, derivada y antiderivada; finalmente se revisa el tema de las coordenadas polares para utilizarlas en las funciones más usuales en este marco de referencia.
Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería, para cursar esta asignatura se recomienda haber cursado Cálculo Diferencial.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los conceptos y procedimientos en la integración de funciones, mediante el uso de los teoremas fundamentales del cálculo, las técnicas de integración y tecnologías de la información, para resolver problemas cotidianos, de ciencias e ingeniería, con actitud crítica y responsable.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora un portafolio de evidencias que contenga los ejercicios realizados durante el curso, deben incluir el planteamiento, desarrollo e interpretación de los resultados.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Antiderivación e integral definida

Competencia:
Calcular la antiderivada de una función y su integral definida por definición, usando los teoremas correspondientes, para discernir sobre el uso y aplicación del concepto de integral, con una actitud crítica, proactiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 Antiderivación.
- 1.1.1 Definición de antiderivada
- 1.1.2 Teoremas de antiderivación
- 1.1.3 Definición de la integral indefinida

1.2 Técnicas de antiderivación.
- 1.2.1 Método de cambio de variable o sustitución.

1.3 Notación Sigma.
- 1.3.1 Definición.
- 1.3.2 Propiedades.

1.4 Integral Definida.
- 1.4.1 Definición.
- 1.4.2 Propiedades.

1.5 Teoremas fundamentales del cálculo
- 1.5.1. Teoremas fundamentales del cálculo

UNIDAD II. Aplicaciones de la integral

Competencia:
Resolver problemas geométricos de ingeniería, a partir del uso de los teoremas y modelos matemáticos, para diseñar, optimizar procesos y sistemas de la ingeniería, con actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

2.1 Área de una región en el plano.
- 2.1.1 Región bajo la curva.
- 2.1.2 Región entre dos funciones.

2.2 Volumen de un sólido de revolución.
- 2.2.1 Método de discos.
- 2.2.2 Método de capas.

2.3 Longitud de arco de una curva plana.
- 2.3.1 Longitud de arco de una curva plana.

2.4 Momentos, centros de masa y centroides.
- 2.4.1 Antecedentes
- 2.4.2 Centro de masa de una lámina plana

UNIDAD III. Funciones trascendentes

Competencia:
Calcular integrales de funciones trascendentes, para la resolución de problemas que involucren los aspectos analítico, gráfico y numérico, mediante sus propiedades y teoremas, con disposición para el trabajo en equipo, una actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

- 3.1 Integración de funciones trascendentes
  - 3.1.1 Exponenciales/logaritmos
  - 3.1.2 Trigonométricas
  - 3.1.3 Trigonométricas inversas
- 3.2 Integrales que conducen a funciones trascendentes
  - 3.2.1 Integrales que producen funciones logaritmo natural
  - 3.2.2 Integrales que producen senos, tangentes y secantes inversas
- 3.3 Funciones hiperbólicas y sus inversas
  - 3.3.1 Definición de las funciones hiperbólicas
  - 3.3.2 Definición de las funciones hiperbólicas inversas
- 3.4 Integración de funciones hiperbólicas y sus inversas
  - 3.4.1 Integrales de las funciones hiperbólicas
  - 3.4.2 Integrales de las funciones hiperbólicas inversas
  - 3.4.3 Integrales que generan funciones hiperbólicas
  - 3.4.4 Integrales que generan funciones hiperbólicas inversas

UNIDAD IV. Técnicas de integración

Competencia:
Resolver integrales definidas e indefinidas, mediante la identificación y el uso de las técnicas de integración correspondientes, para la aplicación en diversos problemas de ingeniería, con disposición para el trabajo colaborativo, una actitud crítica y responsable**.**

Contenido: **Duración:** 8 horas

4.1 Integración por partes.
- 4.1.1. Integración por partes.

4.2 Integración de potencias de funciones trigonométricas.
- 4.2.1. Potencia de seno y coseno.
- 4.2.2. Potencia de secante y tangente.
- 4.2.3. Potencia de cosecante y cotangente.

4.3 Integración por sustitución trigonométrica.
- 4.3.1. Caso 1. $x = \operatorname{asen}\theta$.
- 4.3.2. Caso 2. $x = \operatorname{atan}\theta$.
- 4.3.3. Caso 3. $x = \operatorname{asec}\theta$.

4.4 Integración por fracciones parciales.
- 4.4.1. Caso 1. Factores lineales distintos.
- 4.4.2. Caso 2. Factores lineales repetidos.
- 4.4.3. Caso 3. Factores cuadráticos distintos.
- 4.4.4. Caso 4. Factores cuadráticos repetidos.

UNIDAD V. Integrales Impropias

Competencia:
Resolver problemas geométricos con integrales impropias, aplicando el concepto de límite, para diseñar, optimizar procesos y sistemas de la ingeniería, con actitud crítica, proactiva y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1. Formas indeterminadas.
- 5.1.1. Regla de L'Hôpital.

5.2. Integrales impropias.
- 5.2.1. Límites de integración infinitos.
- 5.2.2. Integrales de funciones que poseen una discontinuidad infinita.

5.3. Sucesiones.
- 5.3.1. Definición.
- 5.3.2. Propiedades.

5.4. Series de potencia.
- 5.4.1. Definición.
- 5.4.2. Propiedades.
- 5.4.3. Series de Taylor.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Calcular la antiderivada de funciones elementales, mediante el uso de las técnicas de antiderivación, para resolver problemas básicos del cálculo integral, con una actitud crítica, tolerante y responsable.	Resuelve antiderivadas aplicando propiedades básicas y reconoce la antiderivada como la operación inversa de la derivada, entrega los ejercicios resueltos de forma organizada	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
2	Calcular la antiderivada de funciones, mediante el uso de la técnica de cambio de variable, para resolver problemas básicos del cálculo integral, con una actitud crítica, tolerante y responsable.	Resuelve antiderivadas aplicando la técnica de cambio de variable y reconoce la antiderivada como la operación inversa de la derivada, entrega los ejercicios resueltos de forma organizada.	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
3	Calcular la integral definida de funciones, mediante el uso del teorema fundamental del cálculo, para reconocer la integral como el área bajo la curva, con una actitud crítica, tolerante y responsable.	Resuelve antiderivadas aplicando el teorema fundamental del cálculo, y reconoce la integral como el área bajo la curva, entrega los ejercicios resueltos de forma organizada	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
4	Resolver problemas geométricos, a través de la integración definida, para el cálculo de áreas, volúmenes y centroides, con una actitud crítica, tolerante y responsable. <u>Nota:</u> la competencia se repite, sólo cambia el método de	Resuelve problemas que involucren el cálculo de áreas entre curvas aplicando la integral definida, en equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
		Resuelve problemas que	Formulario, cuaderno, lápiz,	

5	aplicación.	involucren el cálculo de volúmenes aplicando el método de discos, arandelas y capas cilíndricas en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
6		Resuelve problemas que involucren el cálculo de centroides, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos por el docente en formato digital o elaborados a mano.	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
7	Calcular integrales y derivadas que involucren funciones trascendentes, mediante los teoremas y propiedades correspondientes, para resolver problemas de aplicaciones de la derivada e integral, con disposición al trabajo colaborativo, actitud crítica y responsable.	Calcula integrales y derivadas que involucran funciones exponenciales y logarítmicas, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos en formato digital o elaborados a mano.	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
8	<u>Nota:</u> la competencia se repite, sólo cambia el método de aplicación.	Calcula integrales y derivadas que involucran funciones trigonométricas y trigonométricas inversas, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos en formato digital o elaborados a mano.	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas

9		Calcula integrales y derivadas que involucran funciones hiperbólicas e hiperbólicas inversas, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Formulario, cuaderno, lápiz, bibliografía, recursos electrónicos, software matemático	3 horas
10	Resolver integrales, mediante la identificación y uso de la técnica de integración, para resolver problemas de aplicación del cálculo integral, con disposición para el trabajo en equipo y una actitud crítica y responsable. <u>Nota:</u> la competencia se repite, sólo cambia el método de aplicación.	Identifica y calcula integrales que involucren la técnica de integración por partes, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Se describe todo el material, equipo, instrumentación, material didáctico, etcétera, que se requiere para el desarrollo de la práctica.	3 horas
11		Identifica y calcula integrales que involucren potencias de funciones trigonométricas, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Se describe todo el material, equipo, instrumentación, material didáctico, etcétera, que se requiere para el desarrollo de la práctica.	3 horas
12		Identifica y calcula integrales que involucren sustitución trigonométrica, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Se describe todo el material, equipo, instrumentación, material didáctico, etcétera, que se requiere para el desarrollo de la práctica.	3 horas
13		Identifica y calcula integrales que involucren fracciones parciales, en forma individual y/o equipos de	Se describe todo el material, equipo, instrumentación, material didáctico, etcétera, que se	3 horas

		aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	requiere para el desarrollo de la práctica.	
14	Calcular valores de límites, mediante la regla de L'Hôpital, para resolver casos donde se presenta una indeterminación, con disposición, de manera colaborativa, actitud crítica y responsable.	Resuelve límites indeterminados aplicando la regla de L'Hôpital, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Se describe todo el material, equipo, instrumentación, material didáctico, etcétera, que se requiere para el desarrollo de la práctica.	3 horas
15	Resolver integrales impropias, utilizando los teoremas correspondientes, para determinar la convergencia, con disposición para el trabajo colaborativo y una actitud crítica y responsable.	Identifica y resuelve integrales impropias del tipo I y II, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Se describe todo el material, equipo, instrumentación, material didáctico, etcétera, que se requiere para el desarrollo de la práctica.	3 horas
16	Aplicar la serie de Taylor, para expandir una función alrededor de un punto, aplicando el concepto de series, con disposición para el trabajo colaborativo y una actitud crítica y responsable.	Aplica la serie de Taylor para aproximar una función alrededor de un punto, en forma individual y/o equipos de aproximadamente cuatro personas. Entrega los ejercicios propuestos, en formato digital o elaborados a mano.	Se describe todo el material, equipo, instrumentación, material didáctico, etcétera, que se requiere para el desarrollo de la práctica.	3 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Inicialmente, el docente guiará el proceso de aprendizaje mediante exposiciones, resuelve problemas y atiende a las dudas de los alumnos.
- Promueve el auto aprendizaje centrado en el alumno, fomentando en ellos la discusión, investigación y trabajo colaborativo.
- Apoya al alumno en el manejo de recursos tecnológicos que ayuden en el tratamiento de los temas del curso.
- Enseñanza del uso de software especializado

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Realiza lecturas previas, resuelve tareas.
- Participará en las actividades individuales o grupales correspondientes de los talleres para aplicar los conceptos vistos en clase
- Utiliza TIC para resolución y verificación de problemas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

5 exámenes parciales ..……50%
Talleres ……..……10%
Tareas ……..……..….10%
Entrega de portafolio……..…..10%
Evidencia de desempeño……..... 20%
(portafolio de evidencias que contenga los ejercicios realizados durante el curso, deben incluir el planteamiento, desarrollo e interpretación de los resultados)
Total ……..……...100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Leithold, L. (1998). *El Cálculo (7ª ed.*). D.F., México: Oxford University Press [clásica] Stewart, J. (2017). *Cálculo de una variable, trascendentes tempranas, (8ª ed.)* D.F., México: Cengage Learning https://libcon.rec.uabc.mx:4431/lib/uabccengagesp/reader.action?docID=4945277&query=stewart	Larson, R., & Edwards, B.H. (2010). *Cálculo I. De una variable. (9ª ed.).* D.F., México: McGraw-Hill [clásica] https://libcon.rec.uabc.mx:4431/lib/uabcsp/reader.action?docID=3217502&ppg=1&query=Larson Thomas, G. B. (2010). *Cálculo una variable. (12ª ed.).* D.F., México: Pearson Addison Wesley. [clásica] https://libcon.rec.uabc.mx:4460/Pages/BookRead.aspx Zill, D. & Wright, W. (2011). *Calculus Early Transcendentals.(4th ed)*. Massachusetts, USA: Jones and Bartlett Publishers. [clásica] .

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta unidad de aprendizaje requiere título de Licenciatura o Ingeniería en el área de Ciencias Exactas. De preferencia con posgrado en Ciencias Exactas o Ingeniería. Debe ser facilitador del logro de competencias, promotor del aprendizaje autónomo y responsable en el alumno. Tener dominio de tecnologías de la información y comunicación como apoyo para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Debe tener conocimiento de los planes de estudios, perfil de egreso y contenidos de los programas de unidad de aprendizaje a los que ésta dará servicio, de manera que facilite experiencias de aprendizaje significativo como preparación para la actividad/formación profesional. Tener una actitud reflexiva y colaborativa con docentes y alumnos. Propiciar un ambiente que genere confianza y autoestima para el aprendizaje permanente y practicar los principios democráticos con respeto y honestidad.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. **Programa Educativo:** Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. **Plan de Estudios:** 2019-2

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Mecánica Vectorial

5. **Clave**: 33532

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 08

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Álgebra Superior

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Alberto Parra Meza		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Wendy Flores Fuentes		José Luis González Vázquez	
Alejandro Rojas Magaña		Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Roberto Guerrero Moreno		Humberto Cervantes De Ávila	
Luis Arturo Martínez Alvarado		María Cristina Castañón Bautista	
Adriana Nava Vega		Mayra Iveth García Sandoval	
César Agustín Hernández Güitrón		Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	
Alberto Hernández Maldonado			

Fecha: 18 de abril de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje Mecánica Vectorial es desarrollar en el estudiante de ingeniería la capacidad de analizar cualquier problema en forma lógica y sencilla, así como la aplicación de los principios de la Mecánica Vectorial en la resolución de problemas de ingeniería. Además, de establecer la base para las posteriores unidades de aprendizaje que requieren de los principios de la mecánica. La unidad de aprendizaje proveerá al estudiante con los fundamentos de la Estática y la Dinámica, ayudándoles a visualizar el mundo desde las perspectivas de los fenómenos físicos que pueden representarse por medio de planteamientos físico-matemáticos para la resolución de problemas o la mejora de procesos.
Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería, el alumno debe haber cursado y acreditado previamente la unidad de aprendizaje Álgebra Superior.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar la Mecánica Vectorial en el análisis del estado de reposo y movimiento de un cuerpo rígido, para identificar las fuerzas y momentos que actúan sobre él, mediante la integración de herramientas de instrumentación, tecnología y métodos teórico-prácticos, con responsabilidad y conscientes del entorno.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entregue un portafolio de evidencias, en el que se anexen las soluciones de los ejercicios realizados en la sesión de talleres, tareas, reportes de laboratorio, glosarios y mapas conceptuales.

Elabora y presente una exposición formal donde se exhiba a través de un prototipo un fenómeno físico, donde se aplique la mecánica vectorial y entregue un reporte que describa el fundamento, las variables involucradas, las ecuaciones que lo modelan y obtengan resultados conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Mecánica Vectorial

Competencia:
Analizar los conceptos y principios de la mecánica clásica, así como los diferentes sistemas de unidades y sus relaciones, a través de la investigación y la ejemplificación de los mismos, para su aplicación en situaciones hipotéticas o reales, con objetividad y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Introducción a la mecánica clásica
1.2. Sistemas de unidades
  1.2.1. Sistema internacional
  1.2.2. Sistema inglés
  1.2.3. Conversión de unidades entre sistemas
1.3. Principios Fundamentales
  1.3.1. Las tres leyes de Newton

UNIDAD II. Estática de la Partícula

Competencia:
Calcular las fuerzas internas de los elementos que soportan una partícula involucrada en un sistema de fuerzas concurrentes en dos dimensiones, mediante la aplicación de las leyes de Newton y la descomposición de vectores, para aplicarlo en el análisis de sistemas en equilibrio, con creatividad y objetividad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

2.1. Fuerzas en el plano (2D)
- 2.1.1. Representación vectorial de fuerzas
- 2.1.2. Descomposición de una fuerza
  - 2.1.2.1. Componentes rectangulares de una fuerza
  - 2.1.2.2. Vectores unitarios
- 2.1.3. Sistemas de fuerzas concurrentes

2.2. Suma y resta de fuerzas
- 2.2.1. Ley del paralelogramo, regla del triángulo
- 2.2.2. Suma de fuerzas usando componentes rectangulares

2.3. Equilibrio de una partícula
- 2.3.1. Diagrama de cuerpo libre
- 2.3.2. Ecuaciones de equilibrio

UNIDAD III. Equilibrio del Cuerpo Rígido

Competencia:
Determinar y calcular las fuerzas de reacción en los apoyos de un cuerpo rígido, sometido a un sistema de fuerzas no concurrente, mediante la aplicación de las ecuaciones de equilibrio, para utilizarlas en el análisis de los elementos que lo conforman, con actitud crítica y objetiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1. Cuerpo rígido.
- 3.1.1. Sistemas de fuerzas no concurrentes
- 3.1.2. Tipos de apoyos
- 3.1.3. Diagrama de cuerpo libre

3.2. Momento (par)
- 3.2.1. Momento de una fuerza con respecto a un punto
- 3.2.2. Momento de un sistema de fuerzas con respecto a un punto
- 3.2.3. Principio de transmisibilidad
- 3.2.4. Sistema fuerza par equivalente

3.3. Equilibrio de cuerpo rígido
- 3.3.1. Ecuaciones de equilibrio
- 3.3.2. Fuerzas de reacción en los apoyos de un cuerpo rígido

UNIDAD IV. Cinemática de la Partícula

Competencia:
Calcular las relaciones entre posición, velocidad, aceleración y tiempo, bajo diferentes condiciones prácticas, mediante la aplicación de la cinemática, para analizar los movimientos de las partículas, con disposición en el trabajo colaborativo y creatividad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1. Movimiento rectilíneo
- 4.1.1. Posición, velocidad y aceleración
- 4.1.2. Movimiento uniforme
- 4.1.3. Movimiento uniformemente acelerado
- 4.1.4. Movimiento relativo entre partículas

4.2. Movimiento en 2D
- 4.2.1. Tiro parabólico
- 4.2.2. Cinemática movimiento circular uniforme

UNIDAD V. Aplicaciones de las Leyes de Newton a Cuerpos en Movimiento

Competencia:
Analizar la relación entre fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento, para su aplicación en problemas de mecánica vectorial, utilizando las leyes de Newton, con actitud crítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1. Marcos de referencia inerciales y no inerciales
5.2. Aplicaciones de la segunda ley de Newton
- 5.2.1. Caso 1: sin fuerzas de fricción
- 5.2.2. Caso 2: con fuerzas de fricción
- 5.2.3. Dinámica del movimiento circular
  - 5.2.3.1. Fuerza y aceleración centrípeta

UNIDAD VI. Cantidad de Movimiento, Trabajo y Energía

Competencia:
Analizar los conceptos de momentum lineal, trabajo y energía, para la solución de problemas de cuerpos en desplazamiento, mediante los métodos de cantidad de movimiento, teorema de trabajo y energía, con responsabilidad y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 8 horas

6.1. Momentum lineal.
  6.1.1. Conservación de momentom lineal.
6.2. Trabajo y energía.
  6.2.1. Trabajo de una fuerza constante.
  6.2.2. Trabajo de una fuerza variable.
  6.2.3. Energía potencial.
  6.2.4. Energía cinética y el teorema del trabajo y la energía.
  6.2.5. Energía elástica (sistema masa-resorte).
  6.2.6. Sistemas conservativos y no conservativos.
  6.2.7. Potencia.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Comprender los conceptos y principios de la mecánica clásica, así como los diferentes sistemas de unidades y sus relaciones, a través de la lectura de los conceptos de la mecánica clásica y la elaboración de un mapa conceptual, el análisis y la ejemplificación de los mismos, para su aplicación en situaciones hipotéticas o reales, además de la resolución de ejercicios que involucren conversiones de unidades, con objetividad y responsabilidad.	Realiza una lectura de los conceptos de la mecánica clásica. Analizar los conceptos de la mecánica clásica y elaborar un mapa conceptual. Aplica los diferentes sistemas de unidades al realizar conversiones de unidades de las magnitudes: Distancia, Velocidad, Aceleración, Masa, Peso (Fuerza) y Momento.	Pizarrón Plumones Bibliografía Cuaderno de trabajo Laptop Internet Tablas de conversiones de sistemas de unidades Calculadora	2 horas
2	Realizar ejercicios donde se requiera sumar las fuerzas internas de los elementos que soportan una partícula, involucradas en un sistema de fuerzas concurrentes en dos dimensiones, mediante la aplicación de las leyes de Newton y la descomposición de vectores, para aplicarlo en el análisis de sistemas en equilibrio, con creatividad y objetividad.	Sumar fuerzas (vectores) que tienen diferente dirección, utilizando el método de componentes rectangulares. Sumar fuerzas (vectores) que tienen diferente dirección, aplicando la ley del paralelogramo y la regla del triángulo. Aplicar las ecuaciones de equilibrio (suma de fuerzas en las direcciones rectangulares *x* & *y*) y el triángulo de fuerzas, en la solución de ejercicios que involucren el equilibrio de una partícula, sometida a la acción de tres fuerzas concurrentes.	Pizarrón Plumones Cuaderno de trabajo Calculadora científica Juego de geometría	6 horas
3	Determinar y calcular las fuerzas de reacción en los apoyos de ejercicios que involucran cuerpos rígidos,	Calcula las reacciones de un cuerpo rígido, atendiendo a las condiciones de apoyo en los que	Pizarrón Plumones Calculadora científica	6 horas

	sometidos a un sistema de fuerzas no concurrente, mediante la aplicación de las ecuaciones de equilibrio, para utilizarlas en el análisis de los elementos que lo conforman, con actitud crítica y objetiva.	se identifica la cantidad de restricciones por apoyo. Mediante la simulación de una viga sujeta a distintas cargas, para comparar sus resultados con el proceso de cálculo visto en clase. Se simula una viga utilizando dinamómetros a manera de apoyos para medir las reacciones que mantienen la viga en equilibrio.	Cuaderno de trabajo Juego de geometría Tabla de reacciones en apoyo y conexiones	
4	Aplicar los conceptos de cinemática, para determinar y calcular las relaciones entre posición, velocidad, aceleración y tiempo, bajo diferentes condiciones hipotéticas, mediante la resolución de ejercicios donde se requiera el análisis y aplicación del movimiento de partículas, con disposición en el trabajo colaborativo y objetividad.	Para el movimiento rectilíneo: aplica las ecuaciones del movimiento en una dimensión, para determinar el valor de la posición, velocidad y aceleración de diferentes objetos uniformemente acelerados. Para el movimiento relativo entre partículas: analizar el concepto de movimiento relativo para describir las trayectorias, velocidad y aceleración de cada partícula en su marco inercial propio. Para el movimiento parabólico: analiza y aplica las ecuaciones del movimiento de velocidad uniforme para describir el movimiento parabólico en dos dimensiones, considerando distintas condiciones iniciales. Para cinemática del movimiento circular uniforme: explica el concepto de movimiento circular uniforme para analizar e identificar las condiciones bajo las cuales se presenta este movimiento, aplicando los	Pizarrón Plumones Calculadora científica Cuaderno de trabajo Internet TIC	6 horas

		conceptos de fuerza centrípeta y fuerza centrífuga.		
5	Calcular la relación entre fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento, para resolver problemas de mecánica vectorial, mediante la aplicación de las leyes de Newton, con actitud crítica y reflexiva.	Aplicaciones de la segunda ley de Newton. Caso 1 (sin fuerzas de fricción): analiza las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y la solución de las ecuaciones de movimiento resultantes. Aplica las leyes de Newton para la solución de problemas con fuerzas en donde la suma de fuerzas no es igual a cero. Aplicaciones de la segunda ley de Newton. Caso 2 (con fuerzas de fricción): analiza las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y la solución de las ecuaciones de movimiento resultantes. Aplica las leyes de Newton para la solución de problemas con fuerzas en donde la suma de fuerzas, que incluyan fuerzas de fricción, no es igual a cero. Dinámica del movimiento circular: analiza las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y la solución de las ecuaciones de movimiento resultantes con enfoque a incluir la fuerza centrípeta. Aplica las leyes de Newton para la solución de problemas donde la partícula se mueva a rapidez constante en una trayectoria circular.	Pizarrón Plumones Calculadora científica Dispositivo móvil Internet	4 horas
6	Aplicar los conceptos de momentum lineal, para solucionar problemas que involucren cuerpos en desplazamiento,	Principio de trabajo y energía: analiza los conceptos y aplica el teorema de trabajo y energía para	Pizarrón Plumones Calculadora científica	8 horas

	mediante los métodos de cantidad de movimiento, teorema de trabajo y energía, con disposición al trabajo colaborativo y creatividad.	la solución de problemas de cuerpo en movimiento. Conservación de momentum lineal: analiza los conceptos de trabajo y energía y aplica el método de cantidad de movimiento para la solución de problemas de cuerpos en movimiento.	Laptop Internet	

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Realizar mediciones de las magnitudes básicas principales, en los diferentes sistemas de unidades y realizar conversiones considerando sus relaciones, a través de la medición, el análisis y la ejemplificación de los mismos, para su aplicación en situaciones hipotéticas o reales, con objetividad y responsabilidad.	Realiza mediciones de las magnitudes: Distancia, Velocidad, Aceleración, Masa, Peso (Fuerza), y Momento. Utiliza tablas de conversiones para expresar las unidades de las magnitudes medidas a su equivalente en otro sistema de unidades.	Tablas de conversiones de sistemas de unidades Calculadora científica Báscula. Dinamómetro Flexómetro Palanca Objetos para medición de magnitudes	2 horas.
2	Medir las fuerzas internas de los elementos que soportan una partícula, involucradas en un sistema de fuerzas concurrentes en dos dimensiones, mediante la aplicación de las leyes de Newton y la descomposición de vectores, para aplicarlo en el análisis de sistemas en equilibrio, con creatividad y objetividad.	Obtiene la magnitud de las componentes rectangulares de una fuerza en el plano: por medio de mediciones realizadas en laboratorio, para comprender la relación que hay entre ellas y comparar los resultados con los obtenidos analíticamente.	Mesa de fuerzas Marco con poleas Dinamómetros Tensores *gancho – argolla* Calculadora científica Juego de pesas	6 horas.
3	Identificar y comprobar cuantitativamente las fuerzas de reacción en los apoyos de un cuerpo rígido, sometido a un sistema de fuerzas no concurrente, mediante la aplicación de las ecuaciones de equilibrio, para utilizarlas en el análisis de los elementos que lo conforman, con actitud crítica y objetiva.	Identifica y calcula el efecto que producen las fuerzas mediante un brazo de palanca o el efecto de los momentos sobre cuerpos rígidos, utilizando objetos sujetos a fuerzas o momentos, para identificar la tendencia al movimiento que ocurriría sobre los mismos. Se prueban diferentes conectores y superficies de apoyo aplicando fuerzas y/o momentos para identificar cuáles efectos	Conectores mecánicos Planos inclinados Empotramientos Bibliografía, videos. Equipamiento de pruebas de momentos (disco graduado, marco de pesas) Transportador Flexómetro Calculadora científica Marco de pruebas Viga metálica Marco de pesas	6 horas.

		producen resistencia al movimiento de traslación (fuerzas) o rotación (momentos). Donde se encuentre oposición al movimiento se identificará como reacción.	Dinamómetros (apoyos), Pizarrón Plumones Juego de geometría.	
4	Experimentar la trayectoria de cuerpos, para calcular las relaciones entre posición, velocidad, aceleración y tiempo, bajo diferentes condiciones prácticas, mediante el análisis y aplicación del movimiento de partículas, con disposición en el trabajo colaborativo, con creatividad y objetividad.	Realiza experimentos para observar la trayectoria de cuerpos que se mueven uniformemente acelerados, analizando las ecuaciones que los describen. Se simula el movimiento parabólico con objetos sólidos, registrando el intervalo del tiempo recorrido y la velocidad final, generando evidencia gráfica de la trayectoria descrita.	Diversos objetos sólidos Cronómetro Cámara de video (celular, videograbadoras) Computadora	6 horas
5	Realizar experimentos de la relación entre fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento, para su aplicación en problemas de mecánica vectorial, mediante la aplicación de las leyes de Newton, con actitud crítica y reflexiva.	1a) Para la inercia y la primera ley de Newton: Coloca objetos que se puedan mover libremente sobre una superficie plana y describir qué sucede al objeto cuando: i) No se le aplica fuerza. ii) Se aplica una fuerza impulsiva y no hay fricción entre el objeto en movimiento y la superficie sobre la que éste se desliza. iii) Se aplica una fuerza impulsiva y hay fricción entre el objeto en movimiento y la superficie sobre la que éste se desliza. 1b) Para segunda Ley de Newton: Se analiza el efecto sobre la aceleración de un objeto al cambiar la fuerza neta aplicada mientras la masa del sistema	1a) Si se cuenta con equipo Pasco. Interfaz ScienceWorkshop 750. Sensor de aceleración. CI-6558. Sensor de movimiento. CI-6742. Pista dinámica. ME-9435. Carro dinámico. ME-9430. Accesorio de abanico. ME-9491. Bloque de fricción (ME-9807). Parte de ME-9435 A. Si no se cuenta con equipo Pasco. Se puede realizar con equipo equivalente o, equipo casero. 1b) Si se cuenta con equipo Pasco. Interfaz ScienceWorkshop	4 horas

		permanezca constante, y el efecto sobre la aceleración de un objeto cuando la fuerza neta se mantiene constante y la masa del sistema aumenta. 1c) Para las fuerzas de resistencia en el movimiento de un cuerpo. Coloca probetas y llenarlas con diferentes líquidos y dejar caer diferentes objetos en dichos líquidos.	750. Sensor de movimiento. CI-6558. Pista dinámica. ME-9435 A. Carro dinámico. ME-9430. Juego de masas (caja azul). ME-8979. Báscula. SE-8723. Polea con abrazadera. ME-9448. Cuerda. SE-8050. Si no se cuenta con equipo Pasco. Se puede realizar con equipo equivalente o, equipo casero. 1c). Materiales. 6. Probetas de 100 ml. Material de limpieza para probetas. 6. Canicas de vidrio (iguales). Una báscula (debe ser capaz de pesar las canicas). 3. Cronómetros. Cinta métrica. Vernier Rollo de papel absorbente (papel de cocina). 100 ml de: Miel de abeja. Jarabe de azúcar. Aceite de motor de carro (mínimo 40). Aceite vegetal de cocina. Aceite de bebé. Jabón líquido.	
6	Provocar procesos de colisiones de cuerpos en movimiento, para identificar	Utiliza el riel de aire con regla graduada y el sistema de	Laptop (Software Tracker). Cámara de video (celular,	8 horas

	los conceptos de momentum lineal, trabajo y energía, mediante los métodos de cantidad de movimiento, el teorema de trabajo y energía, con, disposición al trabajo colaborativo y creatividad.	adquisición de datos (Tracker), colocar dos cuerpos de peso conocido en el riel de aire comprimido con regla graduada, uno a mitad del riel y el otro en uno de los extremos. Se le imprime una velocidad constante al cuerpo que está en uno de los extremos, para hacerlos colisionar. Evalua la velocidad de cada cuerpo de peso conocido antes y después del choque.	videograbadoras) Internet. Riel de aire comprimido Calculadora científica Carritos de peso conocido. Impulsor Compresor	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Será el facilitador del conocimiento y buscará en todo momento cumplir que el estudiante desarrolle los tres ejes del aprendizaje integral: Saber hacer, Saber ser y Saber aprender.
- Se presenta el propósito general, competencias, criterios de evaluación, además de la bibliografía básica y complementaria.
- La metodología de trabajo comprende, los reportes de lectura, la explicación y discusión de los temas en clase, la participación pertinente del alumno, además de la asistencia al curso.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Desarrollará las competencias del curso mediante la elaboración de solución de problemas de taller,
- Prácticas de laboratorio
- Reporte de prácticas de laboratorio
- Investigación
- Trabajo en equipo
- Exposiciones y desarrollo de un prototipo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

4 exámenes escritos (15% cada examen, se sugiere aplicar examen cada 4 semanas)…… 60%
Evidencia de desempeño 1 (portafolio de eveidencias)..... 10%
Evidencia de desempeño 2 (Exposición formal de un prototipo un fenómeno físico)……..... 30%
Total…….. 100%

Para lo anterior se usará la metodología de evaluación constante, así como la discusión abierta en clase cuando el tema así lo requiera.

IX. REFERENCIAS

Básicas

Beer, F. P., Johnston, E. R., Eisenberg, E. R., & Clausen, W. E. (2013). *Mecánica vectorial para ingenieros*. Estática. ISBN: 99786071509253. McGraw-hill.

Beer, F. P., Johnston, E. R., Eisenberg, E. R., & Clausen, W. E. (2013). *Mecánica vectorial para ingenieros*. Dinámica. ISBN: 9786071509239. McGraw-hill.

Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. S. (2009). *Física*. (Volumen 1) Grupo Editorial Patria. [clásica]

Complementarias

Bedford, A., & Fowler, W. (2000). *Dinámica: Mecánica para ingeniería* (Vol. 1) Pearson Educación. [clásica]

Bedford, A., & Fowler, W. (2000). *Mecánica para ingeniería: estática*. Addison-Wesley Longman. [clásica]

Hibbeler, R. C. (2004). *Mecánica vectorial para ingenieros: dinámica*. Pearson Educación. [clásica]

Hibbeler, R. C. (2004). *Mecánica vectorial para ingenieros: estática*. Pearson Educación. [clásica]

Hunt, E. M., Lockwood-Cooke, P., & Pantoya, M. L. (2012). *Mechanical Engineering Education: Preschool to Graduate School.* In Mechanical Engineering. InTech. Recuperado de: https://www.intechopen.com/books/mechanical-engineering/mechanical-engineering-education

Meriam, J. L., Kraige, L. G., Bolton, J. N. (2014). *Engineering Mechanics*. Statics, Wiley.

Meriam, J. L., Kraige, L. G., Bolton, J. N. (2016). *Engineering Mechanics*. Dynamics, Wiley

Ohanian, H. C. & Markert, j. t. (2009). *Física para ingeniería y ciencias* (Volumen 1) McGraw-Hill [clásica]

Wolfgang Bauer; Gary D. Westfall. (2011). *Física para ingeniería y ciencias con física moderna* (Volumen 1). McGraw-Hill.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El profesor debe poseer Licenciatura en Ingeniería, preferentemente haber realizado estudios de Posgrado, Maestría y/o Doctorado). Contar con experiencia docente y/o profesional mínima de un año, además de tener un dominio de TIC.
Preferentemente haber cursado:

- Competencias Básicas para la Docencia Universitaria.
- Planeación del Proceso de Enseñanza Aprendizaje con Enfoque por Competencias.
- Estrategias Didácticas con Enfoque por Competencias.
- Evaluación del Aprendizaje con Enfoque por Competencias.

Debe ser una persona, puntual honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivador en la participación de los estudiantes, tolerante y respetuoso de las opiniones.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Programación y Métodos Numéricos

5. Clave: 33534

6. HC: 02 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 08

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Noemí Lizárraga Osuna	
José Manuel Villegas Izaguirre	
Marco Antonio Pinto Ramos	
Alfredo Gualberto Chuquimia Apaza	
Víctor Rafael Nazario Velázquez Mejía	
Miguel Ángel Morales Almada	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito general del curso es que el estudiante implemente algoritmos y desarrolle programas computacionales en donde use los métodos numéricos para ayudar a resolver problemas relacionados con la ciencia y la ingeniería. Además, en el curso, el estudiante desarrollará la habilidad de aplicar el método más conveniente que le proporcione el menor error.

Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Desarrollar programas computacionales, para solucionar problemas de ingeniería, a través de la implementación de métodos numéricos, con actitud honesta, creativa y propositiva.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Entrega un portafolio de evidencia con las soluciones numéricas eficientes a problemas de ciencias e ingeniería aplicando técnicas y métodos numéricos. Se deberá incluir la formulación del problema, análisis y desarrollo de la solución propuesta, resultados e interpretación, así como la biblioteca con las funciones creadas por el estudiante.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de Programación.

Competencia:
Implementar programas computacionales, para la solución de problemas básicos, usando los elementos del lenguaje de programación con actitud honesta, creativa y propositiva.

Contenido: **Duración:** 8 horas

1.1. Introducción al Lenguaje de Programación.
- 1.1.1. El entorno de trabajo y estructura base de un programa.
- 1.1.2. Tipos de datos.
- 1.1.3. Variables y constantes.
- 1.1.4. Operadores aritméticos, lógicos, relación y su precedencia.
- 1.1.5. Instrucciones de entrada y salida.

1.2. Estructuras de control selectivas.
1.3. Estructuras de control repetitivas.
1.3. Funciones.
- 1.3.1. Funciones Matemáticas (Trigonométricas, raíz cuadrada, exponencial, logarítmicas, etc.)
- 1.3.2. Funciones definidas por el usuario.
  - 1.3.2.1. Variables de funciones.
  - 1.3.2.2. Variables globales.
  - 1.3.2.3. Regreso de valores de una función.
- 1.3.3. Funciones recursivas.
- 1.3.4. Creación de bibliotecas.

1.4. Arreglos.
- 1.4.1 Vectores.
- 1.4.2 Matrices.

UNIDAD II. Introducción a los métodos numéricos y solución de ecuaciones de una variable.

Competencia:
Obtener las raíces de ecuaciones algebraicas y trascendentes, mediante el uso y programación de métodos cerrados y abiertos, para la solución de problemas de ciencias e ingeniería, con organización y compromiso.

Contenido: **Duración:** 8 horas

2.1. Introducción a los métodos numéricos.
2.2. Conceptos de exactitud y precisión.
2.3. Tipos de error.
2.4. Métodos cerrados.
  2.4.1. Método de bisección (Implementación estructurada).
  2.4.2. Método de la regla falsa (Implementación recursiva).
2.5. Métodos Abiertos.
  2.5.1. Método de Newton-Raphson.(Implementación estructurada).
  2.5.2. Método de la secante (Implementación estructurada).
  2.5.3. Método de Birge Vieta (Implementación estructurada).

UNIDAD III. Ajuste de curvas.

Competencia:
Realizar una aproximación polinomial y funcional, aplicando y programando métodos de ajuste de curvas a puntos discretos, para resolver problemáticas de ciencias de la ingeniería, de manera responsable y creativa.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1. Interpolación de Newton (Teórica).
3.2. Fórmula de interpolación de Lagrange (Implementación estructurada).
3.3. Regresión lineal por mínimos cuadrados (Implementación estructurada).
3.3.1. Regresión exponencial (Implementación estructurada).

UNIDAD IV. Integración y diferenciación numérica.

Competencia:
Calcular el área bajo la curva y razón de cambio de una función, aplicando y programando métodos de integración y diferenciación numérica, para solucionar problemas de corte ingenieril, de forma eficiente, creativa y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Regla trapezoidal en aplicación múltiple (Implementación estructurada).
4.2 Regla de Simpson ⅓ en aplicación múltiple (Implementación estructurada).
4.3 Regla de Simpson ⅜ (Implementación estructurada).
4.4 Método de Diferenciación (Implementación estructurada).

UNIDAD V. Técnicas iterativas para la solución numérica de ecuaciones lineales.

Competencia:
Resolver sistemas de ecuaciones lineales, aplicando los métodos directos e iterativos, para el apoyo de solución de problemas de ciencias e ingeniería, de manera responsable y honesta.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1. Método de Gauss-Jordan (Implementación estructurada).
5.2. Matriz inversa por determinantes (Implementación recursiva).
5.3. Método de Gauss-Seidel (Implementación estructurada).
5.4. Método de Jacobi (Implementación estructurada).

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los tipos de datos y precedencia de operadores, para su codificación en un lenguaje de programación, a través de ejercicios propuestos, con una actitud responsable y creativa.	Identifica los tipos de datos en un lenguaje de programación: carácter, lógico y numérico para almacenar diferentes tipos de datos, además ejemplifica la precedencia de operadores con ejercicios sencillos. Entregar de forma individual los ejercicios propuestos.	Manual de trabajo de taller Proyector Computadora	1 hora
2	Resolver problemas de ingeniería, desarrollando el algoritmo y diagrama de flujo para codificarlo en el lenguaje de programación, utilizando la estructura de control de selección, con una actitud honesta y responsable.	Resuelve de manera grupal problemas de ingeniería donde se implementen las estructuras de control de selección. Deberá entregar diagramas de flujo y el código correspondiente para posteriormente ejecutarlo.	Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	2 horas
3	Utilizar las estructuras de selección múltiple, para resolver problemas de ingeniería, mediante el uso de un lenguaje de programación, con una actitud responsable y creativa.	Desarrolla un diagrama de flujo de selección múltiple que ayude a resolver problemas de ingeniería. Se entregará el diagrama de flujo y el código correspondiente para posteriormente ejecutarlo.	Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	2 horas
4	Utilizar las estructuras de repetición, para resolver problemas de ingeniería, mediante el uso de un lenguaje de programación, con honestidad y responsabilidad.	Elabora diagramas de flujo que utilicen estructuras de repetición y los codifica en programas iterativos. Entrega de manera individual el diagrama de flujo junto con su codificación.	Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	2 horas

5	Elaborar diagramas de flujo de funciones, que ayuden a resolver problemas de ingeniería, a través de la modularidad con paso de parámetros, retorno de datos y recursividad, con honestidad y creatividad.	Utiliza funciones para la programación modular, implementando el paso de parámetros, tipo de retorno y recursividad. Entrega la codificación correspondiente.	Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	2 horas
6	Desarrollar diagramas de flujo y codificarlos, para resolver problemas reales de ingeniería, usando un arreglo unidimensional, con creatividad y responsabilidad.	Utiliza diagramas de flujo aplicando vectores para resolver problemas de ingeniería. De manera individual entrega el diagrama de flujo y la codificación correspondiente.	Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	1 hora
7	Elaborar diagramas de flujo y codificarlos, para resolver problemas reales de ingeniería, usando arreglos bidimensionales, con honestidad y responsabilidad.	Crea diagramas de flujo para resolver operaciones con matrices (multiplicación, suma, resta). De manera individual entrega los diagramas de flujo y la codificación correspondiente.	Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	2 horas
UNIDAD II				
8	Resolver problemas de ingeniería, usando los métodos cerrados y abiertos, para encontrar las raíces de una función, con orden y responsabilidad.	Resuelve problemas usando una calculadora, para encontrar las raíces de funciones algebraicas y trascendentes usando al menos dos de los métodos siguientes: bisección, regla falsa, Newton-Raphson, secante y Birge Vieta. Entrega los ejercicios propuestos, elaborados a mano.	Manual de trabajo de taller Proyector Calculadora científica o programable Aplicación para graficar Software para presentación gráfica	2 horas
9	Desarrollar algoritmos, utilizando la lógica de programación en la implementación de los métodos de bisección, regla falsa, Newton-	Desarrolla al menos dos algoritmos donde implementa cualquiera de los siguientes métodos: bisección, regla falsa,	Manual de trabajo de taller Calculadora científica o programable Proyector	2 horas

	Raphson, secante y Birge Vieta, para solucionar problemas de ingeniería que requiera de la obtención de raíces, con orden, lógica y creatividad.	Newton-Raphson, secante y Birge Vieta para encontrar las raíces de una función. Entrega los algoritmos de forma individual.	Software para presentación gráfica	
UNIDAD III				
10	Resolver ejercicios, mediante la aplicación del método de interpolación por diferencias divididas finitas de Newton, para el ajuste de curvas, con responsabilidad y honestidad.	Encuentra el polinomio de interpolación por diferencias divididas finitas de Newton de una función matemática $f(x)$. Entrega los ejercicios resueltos elaborados a mano.	Manual de trabajo del taller Calculadora científica o programable Proyector Software para presentación gráfica	2 horas
11	Realizar interpolaciones polinomiales mediante el desarrollo de un diagrama de flujo y su codificación, utilizando el interpolador de Langrange de orden "n", para resolver problemas que requieran encontrar un punto desconocido entre un conjunto de valores, con creatividad y honestidad.	Desarrolla el diagrama de flujo y su codificación del método de interpolación de Lagrange. Entrega el diagrama de flujo y su código de forma individual.	Manual de trabajo del taller Calculadora científica o programable Proyector Software para presentación gráfica	2 horas
12	Desarrollar dos algoritmos y diagramas de flujo de la regresión lineal y exponencial, a través de la resolución de una matriz, para ajustar curvas y establecer las bases para la programación de los métodos, con creatividad y honestidad.	Desarrolla el diagrama de flujo y su codificación como función del método de regresión lineal por mínimos cuadrados, que sirva como base para implementar la regresión exponencial. Entrega el diagrama de flujo y codificación.	Manual de trabajo del taller Calculadora científica o programable Proyector Software para presentación gráfica	2 horas
UNIDAD IV				
13	Resolver integrales definidas, utilizando los métodos trapezoidal, Simpson ⅓ y ⅜, para solucionar problemas de ingeniería, con actitud responsable y organizada.	Resuelve problemas que involucren el método de la regla trapezoidal, Simpson ⅓ y ⅜ de manera individual. Entrega los ejercicios propuestos, elaborados a mano.	Manual de trabajo del taller Calculadora científica o programable Tabla de integrales	2 horas
14	Desarrollar los diagramas de flujo y	Elabora los diagramas de flujo y	Manual de trabajo de taller	2 horas

	codificación, para resolver problemas que requieran del área bajo la curva, utilizando los métodos trapezoidal, Simpson ⅓ y ⅜, con creatividad y honestidad.	la codificación de los siguientes métodos: regla trapezoidal, Simpson ⅓ y ⅜. Entrega los diagramas y código.	Calculadora científica o programable Tabla de integrales	
UNIDAD V				
15	Desarrollar el diagrama de flujo y codificación, para resolver problemas que requieran de la solución de sistemas de ecuaciones lineales o matriz inversa, utilizando el método de Gauss-Jordan, con creatividad y honestidad.	Desarrolla el diagrama de flujo y codificación para solucionar sistemas de ecuaciones lineales o matriz inversa usando el método de Gauss-Jordan. Entrega el diagrama de flujo y codificación.	Manual de trabajo del taller Calculadora científica o programable	2 horas
16	Resolver problemas de ingeniería, usando el método de la matriz inversa, para encontrar las incógnitas de los sistemas de ecuaciones lineales, con orden y responsabilidad.	Resuelve sistemas de ecuaciones lineales usando el método de la matriz inversa por el método de determinantes, haciendo uso de funciones. Entrega los ejercicios propuestos por el docente a mano.	Manual de trabajo del taller Calculadora científica o programable	2 horas
17	Desarrollar el diagrama de flujo y codificación, mediante la lógica de programación, para programar el método de Gauss-Seidel y el método de Jacobi, con creatividad y honestidad.	Resuelve ejercicios donde aplica los dos métodos iterativos (Gauss-Seidel y Jacobi), para solucionar sistemas de ecuaciones lineales, utilizando ciclos *for* y condiciones *if/else*, para la selección del método a ejecutar. Entrega el diagrama de flujo y codificación.	Manual de trabajo del taller Calculadora científica o programable	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar el entorno de desarrollo y la estructura de un programa en el lenguaje de programación, mediante la declaración de variables, constantes y funciones de entrada y salida, para la familiarización de su herramienta de trabajo, con actitud honesta y responsable.	Identifica los pasos para creación de nuevos programas con la estructura del lenguaje de programación, aplicando los tipos de datos para declarar variables y constantes utilizando elementos de entrada y salida de datos. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	1 hora
2	Elaborar programas de selección simple, mediante el uso de las estructuras condicionales, para la solución de problemas reales en el área de ingeniería, con honestidad y responsabilidad.	Utiliza las estructuras de selección simples, dobles y anidadas en programas computacionales. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
3	Elaborar programas de opciones diversas, mediante la instrucción de selección múltiple, para la solución de problemas reales en el área de ingeniería, con honestidad y responsabilidad.	Implementa programas de selección múltiple. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
4	Elaborar programas cíclicos, mediante las instrucciones de control de iteración, para la solución de problemas reales en el área de ingeniería, con honestidad y responsabilidad.	Utiliza las instrucciones de control de iteración para realizar programas. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas

5	Elaborar funciones definidas por el usuario, utilizando paso de parámetros, retorno de datos y recursividad, para la solución de problemas, con honestidad y creatividad.	Utiliza funciones para la programación modular, implementando paso de parámetros, tipo de retorno y que pueda llamarse a sí misma. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
6	Desarrollar bibliotecas definidas por el usuario, modularizando la solución de problema, para ser implementadas en futuros programas, con una actitud honesta y creativa.	Crea funciones para crear la biblioteca que serán reutilizadas en problemas diversos. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	1 hora
7	Elaborar programas con arreglos bidimensionales, mediante matrices, para la solución de problemas reales en el área de ingeniería, con honestidad y responsabilidad.	Crea programas para resolver operaciones con matrices (multiplicación, suma, resta). De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
UNIDAD II				
8	Elaborar un programa, utilizando el método de Bisección y el de la regla falsa, para solucionar un problema de ingeniería, con creatividad y honestidad.	Implementa la codificación en programación estructurada para el método de Bisección y en programación recursiva para el método de la regla falsa. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
9	Elaborar un programa, utilizando el método de Newton-Raphson y el de la secante, para solucionar una ecuación algebraica o trascendente con lógica, orden y responsabilidad.	Implementa la codificación en programación estructurada o programación recursiva eligiendo libremente el método para su implementación. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas

10	Elaborar un programa, utilizando el método de Birge Vieta, para solucionar un problema de ingeniería, con organización y honestidad.	Desarrolla un programa integrando las funciones elaboradas previamente que implemente el método de Birge Vieta. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
UNIDAD III				
11	Elaborar un programa, utilizando el método de Interpolación de Lagrange, para solucionar un problema de ingeniería, con creatividad y honestidad.	Desarrolla un programa utilizando implementación estructurada, en este programa se implementará el método de interpolación de Lagrange. El resultado de cada iteración debe ser presentado en una tabla. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
12	Elaborar un programa, con los métodos de regresión lineal por mínimos cuadrados y regresión exponencial, para apoyar en la solución de problemas de ciencias e ingeniería, con creatividad y honestidad.	Desarrolla un programa utilizando una implementación estructurada, en el cual se implementan los métodos de regresión lineal y regresión exponencial. El resultado de cada iteración debe ser presentado en una tabla. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
UNIDAD IV				
13	Elaborar un programa, utilizando el método de regla trapezoidal, para solucionar un problema de ingeniería,	Desarrolla un programa que implemente el método de regla trapezoidal. De manera individual	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	1 hora

	con creatividad y honestidad.	entrega el programa.	Manual de laboratorio	
14	Elaborar un programa, utilizando el método de Simpson ⅓ y ⅜, para solucionar un problema de ingeniería, con creatividad y honestidad.	Desarrolla un programa utilizando los métodos de Simpson ⅓ y ⅜. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
15	Elaborar un programa, utilizando el método de diferenciación numérica, para solucionar un problema de ingeniería, con creatividad y honestidad.	Desarrolla un programa utilizando el método de diferenciación numérica. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	1 hora
UNIDAD V				
16	Elaborar un programa, implementando el método de Gauss-Jordan, para la solución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales que se presentan en problemas de ingeniería, con creatividad y honestidad.	Desarrolla un programa que Implementa el método de Gauss-Jordan. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
17	Elaborar un programa implementando la matriz inversa, para la solución de problemas de sistemas de ecuaciones lineales, que se presentan en problemas de ingeniería, con creatividad y honestidad.	Desarrolla un programa utilizando el método de matriz inversa. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas
18	Realizar un programa, usando el método de Gauss-Seidel y el método de Jacobi, para solucionar sistemas de ecuaciones lineales presentes en problemas de ingeniería, con organización, creatividad y honestidad.	Desarrolla un programa estructurado usando el método de Gauss-Seidel y usa una función para implementar el método de Jacobi. De manera individual entrega el programa.	Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento Manual de laboratorio	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- El docente expone el método apoyado con las tecnologías de la información, resuelve ejemplos en conjunto con el estudiante que le ayuda a la comprensión y posterior aclaración de dudas y plantea ejercicios prácticos.
- El docente explica los algoritmos de los métodos numéricos y apoya al estudiante en su proceso de aprendizaje.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- El estudiante previo a la sesión deberá leer el contenido relacionado al tema.
- El estudiante resuelve ejercicios propuestos por el docente.
- El estudiante programa los algoritmos de los métodos numéricos.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Exámenes parciales ……..... 50%
Tareas……..... 20%
Evidencia de desempeño (portafolio de evidencias)..... 30%
Total…….. 100%

Nota: En las prácticas de laboratorio se deberá entregar el código fuente de los programas realizados por el estudiante.

IX. REFERENCIAS

Básicas

Burden, R. L., Faires, D. J. y Burden A. M. (2017). *Análisis Numérico*. México: Ed. Cengage Learning.

Chapra, S. C. y Canale, R. P. (2015). *Métodos Numéricos para ingenieros.* Recuperado de http://libcon.rec.uabc.mx:4207/lib/uabcsp/reader.action?docID=3214413.

Cheney, E., Kinkaid, D. (2012). *Numerical Mathematics and Computing*. USA: Brooks Cole. **[Clásica].**

Joyanes, L., Fernández, C., & Ignacio, Z. (2005). *Programación en C: Metodología, algoritmos y estructura de datos*. **[Clásica].**

Moore, H. (2007). *MATLAB para ingenieros*. (Primera edición). Pearson Educación. **[Clásica].**

Sauer, T. (2013). *Análisis Numérico*. México: Ed. Pearson.

Complementarias

Deitel, H. M. y Deitel P. J. (2003). *Como programar en C/C++.* México: Ed. Pearson educación. **[Clásica].**

López, D. & Cervantes, O. (2012). *MATLAB Con Aplicaciones a la Ingeniería, Física y Finanzas* (Segunda ed.). Alfaomega.

Mathews, J. H. y Fink, K. D. (1999). *Métodos Numéricos con MATLAB.* Madrid: Prentice-Hall. **[Clásica].**

Nakamura, S. (1997). *Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB.* México: Prentice-Hall. **[Clásica].**

Schildt, H. (1985). *C made easy*. Berkeley, California: Osborne McGraw-Hill. **[Clásica].**

Schildt, H. (1991). *ANSI C a su alcance*. España: Osborne: McGraw-Hill. **[Clásica].**

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura deberá poseer un título de Licenciatura en el área de ciencias exactas y/o ingeniería, preferentemente con Maestría o Doctorado en el área de ciencias o ingeniería.
Se sugiere que cuenta con una experiencia docente y labora mínima de dos años.
Experiencia en programación, métodos numéricos y en docencia, que se desempeñe en su labor con profesionalismo, humildad y tolerancia.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. **Programa Educativo:** Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. **Plan de Estudios:** 2019-2

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Química

5. **Clave:** 33533

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 06

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Cesar Gonzalo Iñiguez Monroy	
María Alejandra Rojas Ruiz	
Emigdia Sumbarda Ramos	
José Heriberto Espinoza Gómez	
Ana María Vázquez Espinoza	
María del Pilar Haro Vázquez	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de este curso es aplicar los fundamentos teórico-prácticos básicos de la Química, en la determinación de la periodicidad en las propiedades de los elementos y su comportamiento, al ser sometidos a un estímulo físico o químico, las reglas de nomenclatura de compuestos químicos, así como la proporcionalidad en los cálculos estequiométricos de reacciones y disoluciones, además de la adquisición de destrezas experimentales asociadas al laboratorio de química; favoreciendo una actitud, crítica y reflexiva, así como el cuidado al medio ambiente.

Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Manejar la periodicidad de los elementos y sus enlaces químicos, mediante las teorías atómicas y las propiedades físicas y químicas de la materia, para definir la nomenclatura, estequiometria, tipos de reacción y su aplicación en la elaboración de productos o procesos industriales, asegurándose de cumplir con las condiciones de sustentabilidad, higiene y seguridad industrial en el manejo de las mismas, con una actitud empática, tolerante y proactiva al trabajo en equipo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Portafolio que contenga: carátula de presentación: Datos generales de la unidad académica a la que pertenece, nombre completo, matrícula, grupo; actividades de taller y tareas, trabajos de investigación y prontuario de ejercicios resueltos.

Desempeño en el laboratorio y presentación de reportes experimentales que contengan: Marco teórico, metodología experimental, resultados, discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones y referencias.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de la Química y Estructura de los Átomos

Competencia:
Explicar la relación existente entre la estructura atómica de los elementos químicos y sus propiedades, para entender el comportamiento de la materia, mediante el método científico y las unidades de Sistema Internacional en la resolución de problemas teóricos y prácticos, de manera responsable y proactiva.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Fundamentos de la química
1.1.1. Química: Aplicaciones en ciencia, tecnología y sociedad
1.1.2. Concepto de química verde
1.1.3. Mediciones en el estudio científico y unidades de medida
1.1.4. Incertidumbres en las mediciones
1.2. Composición y propiedades de la materia
1.2.1. Sustancias puras y mezclas
1.2.2. Propiedades Físicas y Químicas
1.3. Estructura de los átomos
1.3.1. Partículas Fundamentales
1.3.2. Evolución de los modelos atómicos
1.3.3. Estructura electrónica de los átomos
1.3.3.1. Principio de aufbau
1.3.3.2. Principio de exclusión de Pauli
1.3.3.3. Principio de máxima multiplicidad de Hund
1.4. Emisión electrónica de los átomos y aplicaciones

UNIDAD II. Periodicidad y Enlaces Químicos

Competencia:
Clasificar los compuestos químicos en función del tipo de enlace químico existente, para explicar el comportamiento de la materia y nombrarlos de acuerdo con los sistemas de nomenclatura más comunes y su posterior aplicación al estudio de la estequiometria, mediante el uso de los diferentes sistemas de nomenclatura, lo cual facilitará identificar y escribir su fórmula química, para la resolución de problemas cualitativo, de manera sistemática, organizada y objetiva.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1. Estructura de la tabla periódica
- 2.1.1. Tabla periódica larga y tabla cuántica
- 2.1.2. Propiedades periódicas de los elementos
  - 2.1.2.1. Radio atómico, covalente, iónico
  - 2.1.2.2. Energía de ionización
  - 2.1.2.3. Afinidad electrónica
  - 2.1.2.4. Electronegatividad
  - 2.1.2.5. Estados de oxidación

2.2. Enlaces químicos
- 2.2.1. Estructuras de Lewis
- 2.2.2. Tipos de enlaces químicos
  - 2.2.2.1. Metálico
  - 2.2.2.2. Iónico
  - 2.2.2.3. Covalente (polaridad y momento dipolar)
  - 2.2.2.4. Secundario
  - 2.2.2.5. Mixto
- 2.2.3. Propiedades de los materiales en función del enlace químico

2.3. Clasificación y nomenclatura de los compuestos químicos inorgánicos
  - 2.3.1. Stock
  - 2.3.2. Tradicional
  - 2.3.3. Sistemática (IUPAC)

UNIDAD III. Fórmula Química y Disoluciones

Competencia:
Explicar la composición química de una mezcla, así como los conceptos y aplicaciones de las diferentes expresiones de concentración, para valorar cuantitativamente los compuestos químicos participantes, para la resolución de ejercicios teóricos y prácticos, mediante la preparación de soluciones a partir de compuestos líquidos o sólidos de una manera, organizada y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1. Fórmula química y ecuaciones químicas
3.2. Cálculos de masa molecular y volumen molar
3.3. Expresión de concentración: Unidades físicas y químicas
  3.3.1. Físicas: porcentuales en masa, masa/volumen, volumen, ppm, ppb y densidad
  3.3.2. Químicas: mol, Molaridad, molalidad, Formalidad, Normalidad, potenciales (pH, pOH)
3.4. Preparación de soluciones a partir de sólidos y líquidos

UNIDAD IV. Reacciones Químicas y Estequiometria

Competencia:
Aplicar los distintos tipos de reacciones y calcular las cantidades de los compuestos en una reacción química, mediante la estequiometría, para determinar el rendimiento de las reacciones, con actitud objetiva, reflexiva y con respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1. Tipos de reacciones químicas y sus aplicaciones en ingeniería
- 4.1.1. Combinación
- 4.1.2. Descomposición
- 4.1.3. Sustitución (simple y doble)
- 4.1.4. Ácido-base
- 4.1.5. Precipitación
- 4.1.6. Oxidación-reducción

4.2. Balance de reacciones químicas (estequiometria)
- 4.2.1. Inspección (Tanteo)
- 4.2.2. Oxido-reducción

4.3. Conceptos de reactivo limitante y rendimiento de reacción
4.4. Indicadores (ácido-base, oxidación-reducción)
4.5. Cálculos estequiométricos

UNIDAD V. Celdas Electroquímicas

Competencia:
Analizar los tipos de celdas electroquímicas, para determinar la espontaneidad de una reacción química, mediante la resolución de ejercicios teóricos y prácticos, con la finalidad de proponer soluciones a problemas actuales de la industria, comunidad y medio ambiente con ética y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 3 horas

5.1. Celdas electroquímicas
- 5.1.1. Ecuación de Nernst y Potencial estándar de electrodo
- 5.1.2. Celdas electroquímicas
  - 5.1.2.1. Electrolíticas
  - 5.1.2.2. Galvánicas
- 5.1.3. Espontaneidad de reacciones químicas redox

5.2. Concepto de Corrosión y su relación con el potencial redox
5.3. Electrólisis y Leyes de Faraday
5.4. Aplicaciones en Ingeniería

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Aplicar el método científico y las unidades del sistema internacional de medida, para entender las propiedades y el comportamiento de la materia, mediante la estructura atómica de los elementos químicos aplicados en la resolución de problemas teóricos, de forma proactiva y tolerante al trabajo en equipo.	Soluciona problemas teóricos donde se aplique conversión de unidades del sistema internacional de medida y el cálculo de incertidumbre.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo y tabla periódica.	2 horas
2		Soluciona ejercicios de partículas fundamentales del átomo y configuración electrónica y su relación con la periodicidad de las propiedades de los elementos.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo y tabla periódica.	2 horas
UNIDAD II				
3	Describir el comportamiento de la materia y clasificar los compuestos, mediante la periodicidad de los elementos que permita identificar y escribir la formula química de los compuestos, mediante el uso de la tabla periódica y los diferentes sistemas de nomenclatura, en la resolución de ejercicios cualitativos de manera sistemática, organizada y creativa.	Elabora esquemas y resolución de ejercicios que muestren las tendencias en la periodicidad de los elementos.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, regla, tabla periódica.	2 horas
4		Elabora una tabla comparativa de los tipos de enlaces y sus propiedades, mediante investigación bibliográfica, mostrando creatividad y originalidad	Biblioteca, bases de datos, computadora	2 horas
5		Desarrolla una tabla que contenga el nombre, clasificación y nomenclatura de distintos compuestos químicos	Tabla periódica, biblioteca y bases de datos.	2 horas
UNIDAD III				
6	Aplicar las diferentes unidades de concentración físicas y químicas, para	Resuelve ejercicios para obtener la fórmula mínima y la fórmula	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, tabla	2 horas

	la resolución de ejercicios teóricos y prácticos, mediante el uso de fórmulas químicas y moleculares, de manera organizada y objetiva.	molecular.	periódica.	
7		Resuelve ejercicios de masa molar y volumen molar en distintas reacciones químicas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, tabla periódica.	2 horas
8		Aplica unidades físicas de concentración en la preparación de soluciones	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, tabla periódica.	2 horas
9		Aplica unidades químicas de concentración en la preparación de soluciones	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, tabla periódica.	2 horas
UNIDAD IV				
10	Calcular el avance de reacción y la concentración de cada uno de los componentes en una reacción química estequiométricamente definida, para la identificación del reactivo limitante, mediante la resolución de ejercicios teóricos y prácticos que ayuden a definir el tipo de indicador a utilizar con actitud objetiva, reflexiva y con respeto al medio ambiente.	Elabora mapa conceptual que incluya los tipos de reacciones químicas y sus aplicaciones.	Cuestionario impreso, hojas de trabajo, biblioteca, bases de datos, tabla periódica.	2 horas
11		Desarrolla ejercicios de balanceo de reacciones químicas mediante los métodos de inspección y óxido-reducción.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y tabla periódica.	2 horas
12		Resuelve ejercicios para obtener el reactivo limitante y el rendimiento de la reacción en ecuaciones químicas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y tabla periódica	3 horas
13		Resuelve ejercicios en donde se aplique el concepto de indicador.	Pizarrón, marcadores y cuaderno de trabajo.	1 hora
UNIDAD V				
15	Comparar los diferentes tipos de celdas electroquímicas, para definir su espontaneidad, mediante el cálculo de potencial estándar de la	Resuelve ejercicios aplicando la ecuación de Nernst y el potencial redox.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo y calculadora.	2 horas
16		Elabora cuadro sinóptico que	Cuaderno de trabajo,	2 horas

	reacción, con la finalidad de aplicarlos en problemas reales, con responsabilidad y respeto al medio ambiente	contenga los conceptos y definiciones principales de las celdas electroquímicas, ventajas y desventajas	biblioteca, y bases de datos.	
17		Presenta casos prácticos en donde se identifique la aplicación y conceptos de las celdas electroquímicas en la Ingeniería.	Biblioteca, base de datos, y computadora.	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Comprender la importancia sobre el uso de las instalaciones, equipo, sustancias y residuos dentro del laboratorio, mediante el conocimiento de las normas y disposiciones establecidas, para prevenir accidentes, con una actitud responsable y comprometida hacia el cuidado del medio ambiente.	Analiza la normatividad vigente nacional del manejo de sustancias y residuos, además del reglamento interno del laboratorio.	Reglamento de laboratorio; guía descriptiva y visual de material y sustancias.	2 horas
2	Conocer el material y equipo de laboratorio, para minimizar los errores y riesgos de accidentes, mediante el uso correcto de los mismos, para obtener resultados confiables y objetivos, con ética y responsabilidad.	Comprende e identifica la utilidad del material y equipo de laboratorio, explicando su uso y aplicaciones.	Vasos de precipitado, probeta, pipetas volumétricas, balanza analítica o granataria.	4 horas
3	Determinar la densidad de diferentes soluciones problemas, para identificarlas, mediante el uso de balanza analítica o granataria y material básico de laboratorio, con disciplina y orden.	Distingue sustancias de distintas densidades, realizando los cálculos respectivos.	Balanza analítica o granataria, probeta, vasos de precipitado, soluciones con distintas densidades, papel secante, pipetas volumétricas, pipeteadores.	2 horas
4	Determinar el punto de fusión de diferentes sólidos, para identificar su pureza, mediante el uso de un fusiómetro o método afín con actitud científica y crítica.	Comprende cómo llegar a los puntos de fusión de sustancias problema por medio del correcto manejo del equipo a utilizar.	Fusiómetro o vaso de precipitado, termómetro, aceite mineral, capilar y una liga, parrilla de laboratorio. Sustancias sólidas a determinar	2 horas
5	Aplicar el concepto de solubilidad como propiedad física de una sal, para conocer la forma cristalina del compuesto, mediante técnicas de cristalización, aprendiendo a trabajar, con espíritu de iniciativa responsable y	Prepara una disolución saturada de la sustancia a purificar, para verificar la variación de solubilidad de la sal con la temperatura.	Sales, vaso de precipitado, microscopio (opcional), parrilla de laboratorio, varilla de vidrio.	4 horas

	creativa.			
6	Preparar una solución, utilizando concentraciones físicas, mediante el cálculo de la cantidad de soluto requerida, para utilizarse posteriormente en reacciones específicas, de manera organizada, responsable y objetiva.	Elabora soluciones con concentración conocida, expresando los resultados en masa, volumen y masa/volumen.	Vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, probeta, matraz volumétrico, pipeta, perilla, recipiente para pesar, sales, bases, ácidos	2 horas
7	Preparar una solución, utilizando concentraciones químicas, mediante el cálculo de la cantidad de soluto requerida, para utilizarse posteriormente en reacciones específicas, de manera organizada, responsable y objetiva.	Elabora soluciones con concentración conocida, expresando los resultados en molaridad, molalidad y normalidad, así como potenciales (pH, pOH).	Vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, probeta, matraz volumétrico, pipeta, perilla, recipiente para pesar, sales, bases, ácidos.	2 horas
8	Examinar el producto de la reacción entre dos sustancias, mediante la observación de los cambios presentes en la mezcla, para determinar el tipo de reacción existente, considerando las buenas prácticas de laboratorio y el respeto al medio ambiente.	Emplea soluciones preparadas en las prácticas 6 y 7, para identificar el tipo de reacción, al observar las características del producto de reacción. Disponer de los residuos generados, de manera apropiada	Vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, probeta, matraz volumétrico, pipeta, perilla, recipiente para pesar, sales, bases, ácidos.	2 horas
9	Combinar dos soluciones de concentración física igual de un ácido y una base, mediante la observación del pH final de la solución, para determinar el reactivo limitante, considerando las buenas prácticas de laboratorio y el respeto al medio ambiente.	Emplea soluciones preparadas en las prácticas 6 y 7 para identificar el tipo de reacción y el reactivo limitante. Mide el pH de la reacción final. Disponer los residuos generados, de manera apropiada.	Soluciones preparadas en las prácticas 6 y 7, vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, probeta, matraz volumétrico, pipeta, perilla, recipiente para pesar, sales, papel indicador de pH	2 horas
10	Determinar la concentración de una solución de peróxido hidrogeno comercial, mediante una titulación con permanganato de potasio 0.1N, para calcular el grado de pureza de la solución comercial de peróxido con responsabilidad, considerando las buenas prácticas de laboratorio y el	Prepara una solución de Permanganato de Potasio [0.1N], Preparar una solución aprox. 0.1N de Peróxido de Hidrógeno, a partir de una solución comercial. Montaje correcto del sistema de titulación. Disponer los residuos generados, de manera apropiada.	Vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, probeta, matraz volumétrico, pipeta, perilla, bureta, soporte universal y pinza para bureta	2 horas

	respeto al medio ambiente.			
11	Diseñar una celda electroquímica, mediante su montaje correcto, para su posterior uso en electrolisis del agua, recubrimientos electroquímicos, y reacciones espontáneas, de manera organizada, responsable y objetiva.	Prepara soluciones de concentración conocida, realizar el montaje correcto de la celda y aplicación de las leyes de Faraday para la realización de los cálculos correspondientes. Disponer los residuos generados, de manera apropiada.	Vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, probeta, matraz volumétrico, pipeta, perilla, recipiente para pesar, sales, bases, ácidos.	4 horas
12	Identificar los tipos de corrosión más comunes, mediante la exposición de placas metálicas en diferentes ambientes corrosivos, para analizar la importancia de los métodos de prevención de la corrosión, de manera organizada, objetiva y responsable al medio ambiente.	Prepara soluciones de concentración conocida, para determinar su efecto corrosivo sobre una placa metálica, observando los cambios en la superficie de la misma y variación de peso. Disponer los residuos generados, de manera apropiada.	Vasos de precipitado, balanza analítica, espátula, probeta, matraz volumétrico, pipeta, perilla, recipiente para pesar, sales, bases, ácidos, microscopio (opcional),	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Desarrollar estrategias didácticas para favorecer la integración y participación del alumno al curso de Química.
- Presentación, resolución y explicación de problemas tipo de cada unidad.
- Utilizar diversos recursos audiovisuales (videos, juegos interactivos, presentación de diapositivas) para optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje.
- Fomentar la participación activa del alumno mediante trabajo en equipo, exposiciones (grupales o individuales) y participación en clase.
- Favorecer el aprendizaje por comprensión, basado en un proceso reflexivo y de retroalimentación.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Investigación extraclase.
- Exposiciones (grupales e individuales).
- Participación activa en las prácticas de laboratorio.
- Participación activa en las actividades de taller.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Promedio de los exámenes parciales por escrito por unidad …… 30%
- Participación en clase ……..... 10%
- Evidencia de desempeño 1 (portafolio)…… 30%
- Evidencia de desempeño 2(Desempeño en el laboratorio y presentación de reportes experimentales)..... 30%

  Total……..…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Brown,T.L., LeMay Jr., H.E., Bursten, B., Murphy, C.J, y Woodward, P.M. (2014). *Química de Brown para cursos con enfoque por competencias*, 1ra. Ed. Pearson educación, México ISBN: 978-607-32-2339-3.

Hein, M., Arena, S. y Ramírez, M.C. (2015). *Fundamentos de Química*, 14a. ed. Editorial: CENGAGE Learning ISBN (libro electrónico): 9786075220215 (Disponible en formato electrónico biblioteca uabc)

Tro, N.J. (2017). *Chemistry: A molecular approach.* 4th Ed. Pearson education. EUA. ISBN 9780134585499

Complementarias

Brown, T.L. (2011). *Química la ciencia central*, 11a. ed. Editorial: Pearson, ISBN (libro electrónico) 9786074427769 (Disponible en formato electrónico biblioteca UABC) **[Clásica]**

Chang, R. y Goldsby, K.A. (2013) *Química,* 11a. ed. Editorial: McGraw-Hill Interamericana, ISBN (libro electrónico) 9781456215118 (Disponible en formato electrónico biblioteca UABC)

Whitten, K.W., Davis, R.E., Peck, M.L. y Stanley, G.G. (2014). *Química*, 10a. ed. Editorial: CENGAGE Learning ISBN: 978-607-519-959-7 (Disponible en formato electrónico biblioteca UABC)

Zumdahl, S.S. y DeCoste, D.J. (2012). *Principios de Química*, 7a. ed. Editorial: CENGAGE Learning ISBN (libro electrónico): 9786074818703 (Disponible en formato electrónico biblioteca UABC) **[Clásica]**

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer Licenciatura en Ciencias Naturales y Exactas, o áreas afines con experiencia en docencia a nivel Licenciatura, de preferencia con posgrado en estas áreas.
Se sugiere que cuente con una experiencia docente y laboral mínima de dos años.
Además, debe ser una persona responsable, propiciar la participación activa de los estudiantes, ser tolerante con los alumnos, Incorporar a la comunidad universitaria en actividades tendientes a mejorar la calidad de vida de la sociedad y el medio ambiente, con apego al código de ética universitario.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Probabilidad y Estadística

5. Clave: 33531

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Daniela Mercedes Martínez Plata	
Erika Beltrán Salomón	
Liliana Patricia Vázquez Mayoral	
Velia Verónica Ferreiro Martínez	
José Rubén Campos Gaytán	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje se orienta al estudio de los fundamentos y metodologías de la probabilidad y estadística para la caracterización de sistemas y procesos, con el uso de tecnología y herramientas computacionales. En esta unidad de aprendizaje se desarrollan habilidades en las técnicas de muestreo, representación y análisis de información, así como actitudes que favorecen el trabajo en equipo; y proporciona las bases fundamentales para incursionar de manera competente en el estudio de las técnicas para la optimización de sistemas y procesos en las ciencias de la ingeniería.
Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Estimar el comportamiento de sistemas y procesos de ingeniería, mediante la aplicación de técnicas y metodologías de estimación, inferencia estadística y pruebas de hipótesis, así como el uso de tecnologías de la información, para solucionar problemas del área de ingeniería, con disposición al trabajo colaborativo, responsabilidad y respeto.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora de un problemario que contenga ejercicios orientados al estudio del comportamiento de un sistema o proceso, en el cual se especifique la técnica de solución empleada, así como el desarrollo, metodología e interpretación de resultados.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Estadística descriptiva

Competencia:
Aplicar los conceptos fundamentales y herramientas de la estadística, para calcular los indicadores descriptivos y representación gráfica de un conjunto de datos, mediante el uso de tecnologías de la información, como antecedente al estudio de las técnicas inferenciales, de manera proactiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1. Conceptos básicos de estadística descriptiva
- 1.1.1. Población y muestra
- 1.1.2. Variable
- 1.1.3. Parámetro y estadístico

1.2. Técnicas de muestreo
- 1.2.1. Muestreo aleatorio y no aleatorio
- 1.2.2. Muestreo aleatorio simple y sistemático
- 1.2.3. Muestreo aleatorio estratificado y por conglomerados

1.3. Tablas de frecuencia
- 1.3.1. Construcción de clases
- 1.3.2. Frecuencia absoluta, relativa y acumulativa
- 1.3.3. Marcas y fronteras de clase

1.4. Presentación gráfica de datos
- 1.4.1. Histograma
- 1.4.2. Polígono de frecuencias absolutas y frecuencias relativas
- 1.4.3. Ojiva
- 1.4.4. Diagrama de Pareto y diagramas de pastel

1.5. Medidas estadísticas
- 1.5.1. Media aritmética
- 1.5.2. Mediana
- 1.5.3. Moda
- 1.5.4. Desviación estándar y varianza
- 1.5.5. Sesgo

UNIDAD II. Probabilidad

Competencia:
Aplicar los conceptos fundamentales de la probabilidad, para predecir el comportamiento de un sistema, midiendo la certeza o incertidumbre de ocurrencia de un suceso de interés, con objetividad y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

2.1. Conceptos básicos de probabilidad
- 2.1.1. Definición e importancia de la probabilidad
- 2.1.2. Probabilidad clásica, frecuencial y subjetiva
- 2.1.3. Espacio muestral y eventos

2.2. Técnicas de conteo
- 2.2.1. Diagrama de árbol
- 2.2.2. Complemento, unión e intersección de eventos
- 2.2.3. Diagramas de Venn
- 2.2.4. Regla de la multiplicación
- 2.2.5. Permutaciones
- 2.2.6. Combinaciones

2.3. Axiomas de la probabilidad
2.4. Probabilidad condicional e independencia
- 2.4.1. Probabilidad condicional
- 2.4.2. Eventos independientes
- 2.4.3. Regla del producto

2.5. Teorema de Bayes

UNIDAD III. Distribución de probabilidad

Competencia:
Analizar y resolver problemas del área de ciencias e ingeniería, para modelar el comportamiento de variables aleatorias, a través de la selección de la distribución de probabilidad adecuada según el caso, con actitud proactiva, tolerancia y compromiso.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1. Variable aleatoria
- 3.1.1. Concepto de variable aleatoria
- 3.1.2. Variables aleatorias discretas y continuas
- 3.1.3. Función de masa de probabilidad
- 3.1.4. Función de densidad de probabilidad
- 3.1.5. Función de distribución acumulativa
- 3.1.6. Media y varianza de una variable aleatoria

3.2. Distribuciones de probabilidad discreta
- 3.2.1. Distribución Uniforme (caso discreto)
- 3.2.2. Distribución Binomial
- 3.2.3. Distribución Hipergeométrica
- 3.2.4. Distribución de Poisson

3.3. Distribuciones de probabilidad continua
- 3.3.1. Distribución Uniforme (caso continuo)
- 3.3.2. Distribución Normal
  - 3.3.2.1. Distribución normal estándar
  - 3.3.2.3. Aproximación de la distribución Normal a la Binomial
- 3.3.3. Distribución Exponencial

UNIDAD IV. Teoría de la estimación

Competencia:
Aplicar los conceptos fundamentales, técnicas y metodologías de la estadística inferencial, para describir el comportamiento de un sistema o proceso, mediante la estimación de los parámetros de interés, que contribuyan a la solución de problemáticas en el área de ingeniería, de forma responsable y colaborativa.

Contenido: **Duración:** 8 horas

4.1. Distribuciones de muestreo
- 4.1.1. Análisis probabilístico de los estadísticos de una muestra
- 4.1.2. Distribución t-Student
- 4.1.3. Distribución ji-cuadrada
- 4.1.4. Distribución Fisher

4.2. Estimación de parámetros
- 4.2.1. Estimadores puntuales
- 4.2.2. Estimación por intervalos de confianza para una población
  - 4.2.2.1. Estimación para la media
  - 4.2.2.2. Estimación para la proporción
  - 4.2.2.3. Estimación para la varianza
- 4.2.3. Estimación por intervalos de confianza para dos poblaciones
  - 4.2.2.1. Estimación para la diferencia de medias
  - 4.2.2.2. Estimación para la diferencia de proporciones
  - 4.2.2.3. Estimación para la razón de varianzas

4.3. Análisis de regresión y correlación
- 4.3.1. Modelo de regresión lineal simple
- 4.3.2. Diagrama de dispersión
- 4.3.3. Método de mínimos cuadrados para el ajuste de la recta de regresión

UNIDAD V. Prueba de hipótesis

Competencia:
Desarrollar pruebas de hipótesis, para estimar el comportamiento de sistemas o procesos de tal forma que permitan fundamentar la toma de decisiones en la resolución de problemáticas dentro del área de ingeniería, mediante la evaluación de los parámetros correspondientes empleando las técnicas de la estadística inferencial, con objetividad, trabajo en equipo y sentido crítico.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1. Conceptos generales
- 5.1.1. Definición de hipótesis estadística
- 5.1.2. Hipótesis nula y alternativa
- 5.1.3. Estadístico de prueba y valor crítico
- 5.1.4. Nivel de significancia y región crítica
- 5.1.5. Error tipo I y error tipo II
- 5.1.6. Pruebas de hipótesis unilaterales y bilaterales

5.2. Pruebas de hipótesis para una población
- 5.2.1. Pruebas de hipótesis para la media poblacional
- 5.2.2. Pruebas de hipótesis para la proporción poblacional
- 5.2.3. Pruebas de hipótesis para la varianza poblacional

5.3. Pruebas de hipótesis para dos poblaciones
- 5.3.1. Pruebas de hipótesis para la diferencia de medias poblacionales
- 5.3.2. Pruebas de hipótesis para la diferencia de proporciones poblacionales
- 5.3.3. Pruebas de hipótesis para la razón de varianzas poblacionales

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Reconocer la importancia del curso, mediante el conocimiento del contenido y la metodología de trabajo del mismo, para ser consciente de los acuerdos y obligaciones del docente y del alumno, con objetividad y respeto.	Presenta los contenidos e importancia del curso y la metodología de trabajo.	Programa de unidad de aprendizaje, encuadre y caso de estudio.	1 hora
2	Relacionar los conceptos básicos de la estadística y su utilidad, para la descripción de una muestra, a través del análisis de conceptos y ejemplos, con actitud crítica y reflexiva.	Responde un cuestionario donde se abordan los conceptos básicos de la estadística descriptiva.	Documento proporcionado por el docente o prueba diseñada en la plataforma Blackboard.	2 horas
3	Calcular las medidas descriptivas, así como construir e interpretar los gráficos estadísticos correspondientes, aplicando las técnicas apropiadas de acuerdo a la problemática planteada, para describir y presentar un conjunto de datos muestrales, de forma proactiva y responsable.	Utiliza la calculadora científica y/o herramientas de cómputo para obtener las medidas descriptivas y la representación gráfica de un conjunto de datos.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	3 horas
UNIDAD II				
4	Relacionar los conceptos básicos de la probabilidad y su utilidad, para la descripción de experimentos aleatorios y el cálculo de probabilidades, empleando las técnicas y metodologías de solución problemas, de forma colaborativa y ética.	Responde un cuestionario donde se abordan los conceptos básicos de probabilidad.	Documento proporcionado por el docente o prueba diseñada en la plataforma Blackboard.	2 horas
5	Calcular la probabilidad de eventos, para cuantificar la posibilidad de ocurrencia de los resultados del	Utiliza la calculadora científica y/o herramientas de cómputo para el cálculo de probabilidades de un	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	4 horas

	experimento aleatorio correspondiente, aplicando las técnicas de conteo y los axiomas de la probabilidad, de forma responsable y analítica.	experimento aleatorio.		
6	Calcular la probabilidad condicionada de eventos, para cuantificar la posibilidad de ocurrencia de los resultados del experimento aleatorio correspondiente, aplicando la teoría de los eventos independientes y el Teorema de Bayes, con actitud crítica y colaborativa.	Utiliza la calculadora científica y/o herramientas de cómputo para el cálculo de probabilidades condicionales y aplicación del Teorema de Bayes.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	3 horas
UNIDAD III				
7	Resolver problemas teóricos, aplicando los fundamentos de las distribuciones de probabilidad, para modelar el comportamiento de variables aleatorias, con responsabilidad y ética.	Utiliza la calculadora científica y/o herramientas de cómputo para el cálculo de probabilidades de variables aleatorias.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	3 horas
8	Resolver problemas teóricos, aplicando los fundamentos de las distribuciones de probabilidad discreta, para obtener probabilidades de variables discretas, en forma colaborativa y objetiva.	Utiliza la calculadora científica y/o herramientas de cómputo para el cálculo de probabilidades basadas en funciones de probabilidad discreta.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	5 horas
9	Resolver problemas teóricos, aplicando los fundamentos de las distribuciones de probabilidad continua, para obtener probabilidades de variables continuas, en forma colaborativa y objetiva.	Utiliza la calculadora científica y/o herramientas de cómputo para el cálculo de probabilidades basadas en funciones de probabilidad continua.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	4 horas
UNIDAD IV				
10	Determinar probabilidades de ocurrencia de los estadísticos muestrales, para una y dos muestras, mediante el uso de las distribuciones	Calcula probabilidades para los estadísticos, basándose en las distribuciones muestrales, empleando calculadora científica	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	3 horas

	Normal, t-Student, ji-cuadrada y Fisher, con responsabilidad y colaboración.	y/o herramientas de cómputo.		
11	Construir intervalos de confianza, para estimar los parámetros de una población, aplicando los fundamentos de la estadística inferencial, con sentido crítico y responsabilidad.	Resuelve problemas de estimación de intervalos de confianza para una población, empleando calculadora científica y/o herramientas de cómputo.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	3 horas
12	Construir intervalos de confianza, para estimar la relación de parámetros de dos poblaciones, aplicando los fundamentos de la estadística inferencial, con sentido crítico y responsabilidad.	Resuelve problemas de estimación de intervalos de confianza para dos poblaciones, empleando calculadora científica y/o herramientas de cómputo.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	3 horas
13	Determinar un modelo matemático, para predecir la relación entre dos variables, mediante la aplicación de modelos de regresión lineal, con objetividad y ética.	Resuelve problemas de análisis de regresión lineal, empleando calculadora científica y/o herramientas de cómputo.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	3 horas
UNIDAD V				
14	Identificar la importancia y las aplicaciones de la estadística inferencial en situaciones reales, a través del estudio de casos, para comprender el proceso del análisis inferencial aplicado en la ingeniería y ciencias, con tolerancia, respeto y actitud crítica.	Analiza un caso práctico donde se aplique la estimación de parámetros y la prueba de hipótesis.	Computadora y bibliografía.	4 horas
15	Aplicar los principios de la estadística inferencial, para resolver problemas, mediante el desarrollo de prueba de hipótesis, en forma colaborativa y proactiva.	Resuelve problemas de pruebas de hipótesis para una y dos poblaciones, empleando calculadora científica y/o herramientas de cómputo.	Calculadora científica, computadora y bibliografía.	5 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Técnica expositiva, aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y técnicas de e-learning.
- Para lograr que los alumnos construyan aprendizajes significativos mediante el desarrollo de actividades de taller, entre las que se incluyen la resolución de problemas prácticos y teóricos, actividades de investigación y discusión de casos.
- Apoyo en el uso de recursos tecnológicos para facilitar el acceso a los recursos didácticos necesarios para el logro de las competencias del curso.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Lecturas específicas dentro de la bibliografía
- Análisis de casos y ejemplos prácticos
- Notas de clase, revisión de recursos audiovisuales
- Reforzar los contenidos temáticos presentados por el docente
- Complementará su aprendizaje con actividades de investigación y resolución de problemas de manera individual y/o en equipo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Cuatro exámenes Parciales …… 40%
- Talleres ……..……..... 30%
- Participación y tareas ……..……. 10%
- Evidencia de desempeño (problemario)..... 20%

  Total……..... 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias.* Editorial Cengage Learning. Recuperado de: http://www.utnianos.com.ar/foro/attachment.php?aid=10909 [clásica]

Montgomery, D. C. y Runger, G. C. (2010). *Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería.* México: Ed. Limusa-Wiley. Recuperado de: https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=590 [clásica]

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. y Ye, K. E. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. México: Ed. Pearson. Recuperado de: https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=957 [clásica]

Complementarias

DasGupta, A. (2010). *Fundamentals of Probability: A First Course*. Nueva York, USA: Ed. Springer. Recuperado de: https://libcon.rec.uabc.mx:4476/book/10.1007/978-1-4419-5780-1 [clásica]

Nieves, A. (2010). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería: un enfoque moderno.* 1ra Edición. México: Ed. McGraw Hill. [Clásica]

Spiegel, M. R., Schiller, J. y Srinivasan, R. A. (2013). *Probabilidad y Estadística.* 4ta Edición. México: Ed. McGraw Hill. Recuperado de: http://libcon.rec.uabc.mx:4207/lib/uabcsp/reader.action?docID=3220583

Triola, M. F. (2013). *Estadística*. México: Ed. Pearson. (Disponible en versión electrónica)

X. PERFIL DEL DOCENTE

Licenciatura en Ingeniería o área afín, deseable grado de Doctor o Maestro en Ciencias o Ingeniería.
Se sugiere que el docente cuente con dos años de experiencia tanto laboral como docente.
Experiencia profesional deseable en el área de procesos, manufactura, control de calidad o afines, donde haya utilizado herramientas estadísticas y probabilísticas para la toma de decisiones y la solución de problemas.
Experiencia docente deseable en el área de matemáticas, preferentemente en probabilidad, estadística, procesos estocásticos, teoría de variable aleatoria. Con formación docente preferiblemente en el manejo de Tecnologías de la Información, Comunicación y Colaboración y experiencia en el manejo de paquetes de cómputo para el análisis estadístico.
Debe ser proactivo, innovador, analítico, responsable, ético, con capacidad de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Inglés II

5. Clave: 33535

6. HC: 01 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Inglés I

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
José Luis Aguirre Blancas	
Christian Aldaco Avendaño	
Reyna Virginia Barragán Quintero	
Ricardo Jesús Renato Guerra Fraustro	
Mydory Oyuky Nakasima López	
Monceni Anabel Pérez Maciel	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martinez	
Humberto Cervantes De Ávila	
Maria Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth Garcia Sandoval	
Ana Cecilia Bustamante Valenzuela	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta Unidad de aprendizaje, es desarrollar procesos cognitivos del idioma inglés en un espacio educativo y de competitividad constituido por acciones pedagógicas que faciliten en el aprendiz el dominio de un recurso lingüístico y comunicativo que favorezca su actuación e incorporación activa en contextos socio-académicos.
Su utilidad radica en adquirir con mayor dominio, ventajas de nivel cognitivo, socio-afectivo, cultural y de proyección laboral o profesional (posibilitando la cualificación necesaria para facilitar el acceso y posicionamiento interno en el trabajo y ampliar el panorama de movilidad y estancia educativa y profesional en otros países), mejorando la calidad de vida personal; facilitar el acceso a todo tipo de conocimiento y uso de herramientas tecnológicas (avances de la humanidad en aspectos como la ciencia, la comunicación, la tecnología y la comercialización de productos) que servirán de apoyo para el dominio de diversos saberes; acceder a una herramienta fundamental para incentivar el cerebro (darle flexibilidad), fomentar la memoria y la concentración; incentivar el intercambio y sensibilidad cultural; posibilitar la comprensión del mundo a través de un lenguaje diferente y bajo otra perspectiva y descubrir nueva información de fuentes en idioma inglés. Esta unidad de aprendizaje se encuentra ubicada en la etapa básica con carácter de obligatoria y pertenece al tronco común de la DES de Ingeniería. Tiene como requisito haber aprobado la asignatura de Inglés I.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Comunicar frases, expresiones y estructuras gramaticales del nivel básico del idioma inglés (A2 según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas), para comunicarse eficientemente en tareas simples y controladas relativas a temas cotidianos, a través de intercambios sociales breves y sencillos, la lectura, la producción escrita, la interacción y expresión oral, en un marco de respeto y responsabilidad dentro y fuera del aula, con una actitud creativa y colaborativa.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Realiza alguna una dramatización (tales como la participación en debates, entrevistas, presentaciones o discursos). En la que se evaluará: fluidez y seguridad, que demuestre el dominio de las habilidades de expresión oral, uso correcto de los tiempos verbales y comprensión auditiva.

Construye un portafolio de evidencias que contenga: autobiografías, crónicas, reseñas y reportes de lectura, donde se demuestre el dominio de las habilidades de comprensión lectura y de producción escrita en el idioma inglés.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Futuro “Will” y “Going to”

Competencia:
Estructurar oraciones de manera oral y escrita, mediante el manejo de los tiempos verbales “will” y “going to”, para referirse a eventos futuros contrastando sus propósitos y funciones comunicativas particulares de cada caso, de manera creativa, reflexiva y participativa.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1 Oraciones afirmativas en Futuro “Will”
1.2 Oraciones negativas en Futuro “Will”
1.3 Oraciones interrogativas en Futuro “Will”
1.4 Orden de los adjetivos y frases adjetivales
1.5 Comparativos y superlativos
1.6 Oraciones afirmativas en Futuro “Going to”
1.7 Oraciones negativas en Futuro “Going to”
1.8 Oraciones interrogativas en Futuro “Going to”

UNIDAD II. Presente perfecto y Presente perfecto progresivo

Competencia:
Estructurar oraciones de manera oral y escrita, mediante el manejo de los tiempos verbales presente perfecto y presente perfecto progresivo, para hacer referencia a eventos que iniciaron en el pasado, pero continúan o mantienen una fuerte conexión con el presente, con una actitud colaborativa y constructiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Oraciones afirmativas en Presente perfecto
2.2 Oraciones negativas en Presente perfecto
2.3 Oraciones interrogativas Presente perfecto
2.4 Frases preposicionales
2.5 Frases adverbiales
2.6 Oraciones afirmativas en Presente perfecto progresivo
2.7 Oraciones negativas en Presente perfecto progresivo
2.8 Oraciones interrogativas en Presente perfecto progresivo

UNIDAD III. Pasado perfecto y Pasado perfecto progresivo

Competencia:
Estructurar oraciones de manera oral y escrita, mediante el manejo de los tiempos verbales pasado perfecto y pasado perfecto progresivo, para hacer referencia a eventos que iniciaron y concluyeron antes de un punto específico en el pasado, con una actitud reflexiva y participativa.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Oraciones afirmativas en Pasado perfecto
3.2 Oraciones negativas en Pasado perfecto
3.3 Oraciones interrogativas Pasado perfecto
3.4 Pronombres relativos y conjunciones relativas
3.5 Cláusulas subordinadas
3.6 Oraciones afirmativas en Pasado perfecto progresivo
3.7 Oraciones negativas en Pasado perfecto progresivo
3.8 Oraciones interrogativas en Pasado perfecto progresivo

UNIDAD IV. Verbos auxiliares (Modal Verbs) y Verbos compuestos (Phrasal Verbs)

Competencia:
Estructurar un discurso de manera oral y escrita, mediante los elementos lingüísticos adquiridos incluyendo los verbos auxiliares (Modal verbs) y hacer un contraste del uso del lenguaje formal e informal, con la finalidad de trasmitir un mensaje con los verbos compuestos y expresiones idiomáticas, mostrando una actitud cooperante.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Verbos auxiliares y Verbos compuestos
- 4.1.1 Oraciones condicionales
- 4.1.2 Verbos auxiliares (might/may/must, have to/ought to)
- 4.1.3 Verbos auxiliares (should have/might have, etc.)
- 4.1.4 Oraciones condicionales
- 4.1.5 Discurso indirecto (voz pasiva)
- 4.1.6 Verbos compuestos
- 4.1.7 Expresiones idiomáticas
- 4.1.8 Excepciones y errores comunes

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Diferenciar y aplicar los auxiliares “will” y “going to” hablando en futuro, a través del contraste de las funciones comunicativas que tiene cada una, para expresar debidamente tiempos, con una postura participativa y creativa.	El alumno elabora un collage y expone de manera gráfica la diferencia del “will” y “going to”, utilizando deseos y planes a futuro.	Aula, pizarrón, plumones, tijeras, revistas, goma, cartulina.	4 horas
2	Estructurar de manera correcta oraciones con varios adjetivos, a través de la secuencia gramatical correcta, para lograr expresar gustos y/o juicios de su perspectiva personal, con actitud propositiva y participativa	El docente proporciona ejemplos reales para el manejo de los adjetivos y utilización en su correcto orden, posteriormente el alumno emplea éstas para describir y/o dar juicios concretos de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, plumones, cañón.	4 horas
3	Manejar correctamente los comparativos y superlativos, a partir de la modificación de los adjetivos creando oraciones, para contrastar características particulares, de manera creativa y respetuosa.	En grupo se retoman los adjetivos para conjugarlos y lograr comparar y contrastarlos en oraciones de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, plumones, cañón.	5 horas
UNIDAD II				
4	Estructurar oraciones en presente perfecto (afirmativas, negativas e interrogativas), para narrar hechos que ya han ocurrido en un momento específico o en el	El docente proporciona ejemplos puntuales para cada una de las formas del tiempo verbal en presente perfecto, y posteriormente el alumno emplea	Aula, pizarrón, utilería del aula.	4 horas

	pasado pero que siguen teniendo una relevancia en el presente, a través del verbo auxiliar “have/ has” en el presente y un pasado participio, de manera reflexiva e ingeniosa.	éstos para elaborar oraciones simples de manera oral y escrita.		
5	Elaborar frases, a través de los verbos preposicionales y adverbiales en el intercambio de ideas expresadas de manera oral y escrita, para referirse a situaciones que indiquen aspectos de espacio, tiempo y modo, con una actitud respetuosa.	El docente proporciona ejemplos puntuales para el manejo de las frases preposicionales y adverbiales, posteriormente el alumno emplea éstas para expresar ideas concretas de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, utilería del aula.	5 horas
6	Elaborar oraciones en presente perfecto progresivo (afirmativas, negativas e interrogativas), para referirse a una acción que empezó en el pasado y que continúa en el presente, utilizando el verbo auxiliar “have/has”, el participio “been”, y un gerundio, de manera participativa y creativa.	El docente presenta una serie de ejemplos específicos para el manejo de las oraciones en presente perfecto progresivo, en las formas afirmativa, negativa e interrogativa, posteriormente el alumno identifica y utiliza de manera clara expresiones en dicho tiempo verbal, de forma oral y escrita.	Aula, pizarrón, utilería del aula.	4 horas
UNIDAD III				
7	Estructurar oraciones en pasado perfecto (afirmativas, negativas e interrogativas), para narrar hechos que han ocurrido en un momento específico del pasado, utilizando el auxiliar “had” y un pasado participio, de manera reflexiva e	El docente proporciona ejemplos puntuales de las formas del tiempo verbal pasado perfecto y posteriormente el alumno emplea éstos para elaborar oraciones simples de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, utilería de aula.	4 horas

	ingeniosa.			
8	Emplear los pronombres relativos y cláusulas subordinadas en el intercambio de ideas expresadas de manera oral y escrita, mediante ejemplos puntuales, para describir situaciones en el aula de clases, con una actitud respetuosa y cordial.	El docente proporciona ejemplos puntuales para el manejo de los pronombres relativos y la elaboración de cláusulas subordinadas, posteriormente el alumno emplea éstas para expresar ideas concretas de manera oral y escrita.	Aula, pizarrón, utilería de aula.	4 horas
9	Elaborar oraciones en pasado perfecto progresivo (afirmativas, negativas e interrogativas), para referirse a acciones que con sentido de continuidad ocurrieron en un punto específico en el pasado, utilizando los verbos auxiliares “had”, el participio “been”, y un gerundio, de manera participativa y creativa.	El docente proporciona una serie de ejemplos específicos de las formas del tiempo verbal pasado perfecto progresivo, y posteriormente el alumno identifica y utiliza de manera clara expresiones en dicho tiempo verbal de forma oral y escrita.	Aula, pizarrón, utilería del aula.	4 horas
UNIDAD IV				
10	Estructurar oraciones de manera oral y escrita, utilizando verbos auxiliares (modal verbs), para comunicar condiciones particulares, de una manera creativa y proactiva.	El alumno elabora frases y relatos con verbos auxiliares, frases condicionales y oraciones, utilizando verbos compuestos, expresiones idiomáticas y discursos indirectos. Identificando qué modalidad se establece y con qué verbo de forma oral y escrita.	Diccionario, elementos de escritura, lista de vocabulario.	4 horas
11	Estructurar oraciones de manera oral y escrita, utilizando verbos compuestos, para mejorar el nivel de comunicación con el	El alumno elabora oraciones utilizando verbos compuestos y expresiones idiomáticas de forma	Diccionario, elementos de escritura, lista de vocabulario.	4 horas

	interlocutor, de una manera creativa y proactiva.	oral y escrita.		
12	Intercambiar locuciones e ideas que contengan expresiones idiomáticas y curiosidades o excepciones del lenguaje, mediante expresiones, para contrastar la formalidad y la informalidad del mismo, dentro de un ambiente de participación y de respeto.	El alumno comparte con sus compañeros y con el docente, expresiones que planteen un contraste o una particularidad del idioma inglés, evidenciando y explicando la formalidad y la informalidad en el manejo de sus expresiones de forma oral y escrita.	Libros, medios electrónicos, utilería del aula.	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- En este curso, se utilizará la técnica expositiva; se realizarán diferentes actividades: Lectura de textos, ejercicios de llenado de espacios, de opción múltiple, exámenes y prácticas de taller, además se realizarán prácticas de comunicación a través de la interacción en el idioma inglés con sus compañeros y su maestro/a.
- Para evaluar competencias lingüísticas y comunicativas en el idioma inglés y dar continuidad al proceso formativo, es importante considerar la evaluación desde el inicio, durante y al final del proceso.
- Se realizará una evaluación inicial o diagnóstica que nos permita determinar la situación del estudiante al inicio del proceso formativo; dicho diagnóstico explorará el dominio lingüístico y comunicativo del idioma inglés con el propósito de adaptar las estrategias de enseñanza a las necesidades y características de los estudiantes.
- Se iniciará con una presentación de la Unidad de Aprendizaje, Propósito, finalidad, utilidad y estructura con el objeto de que el alumno conozca el proceso formativo a que será sometido en su trayecto formativo.
- En cuanto a la forma de trabajo, las clases se desarrollarán bajo la responsabilidad del profesor, haciendo uso de las instalaciones y de las tecnologías de información como herramienta de aprendizaje que faciliten la comprensión de los temas en idioma inglés; este proceso formativo será compartido por procesos de participación de los alumnos, de forma que se retroalimente y enriquezca el contenido señalado.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- La participación será dinámica, contribuyendo de manera voluntaria a retroalimentar y enriquecer la aprehensión de los conocimientos.
- Trabajará de manera activa, cooperativa, individual y en grupos, desarrollando actividades de comprensión vinculadas al desarrollo de sus competencias lingüísticas y comunicativas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 2 exámenes escritos……....40%
- Portafolio de evidencias……20%
- Actividades de taller ……..20%
- Evidencia de desempeño
  (Dramatización) ……..……...20%
  Total……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

McCarthy, M., McCarten, J., y Sandiford, H. (2014).

Saslow, J., y Ascher, A. (2015). *TopNotch 1 Book*. 3rd. Edition. United Kingdom: Pearson Education ESL.

Touchstone *Level 1 Student's Book.* 2nd. Edition. New York, USA: Cambridge University Press.

Complementarias

Bunting, J. D. (2006). College Vocabulary 4-English for Academic Success. Boston: Houghton Mifflin Company. [clásica]

Ibbotson, M. (2008). *Cambridge English for Engineering* [1]. Student's book. Ernst Klett Sprachen**.** [clásica]

Lester, M. (2005). *The McGraw-Hill handbook of English Grammar and Usage*. McGraw-Hill. [clásica]

Oxford University Press. (2002). *Oxford Collocations Dictionary: for Students of English*. Oxford University Press. [clásica]

Pickett, N. A. (2000). *Technical English: Writing, Reading and Speaking*. Pearson Longman. [clásica]

Quiroz, B. (2017). *Glosario inglés-español: términos en TCL y LS*F. Onomázein, 35(2), 227-242. doi:10.7764/onomazein.sfl.09

Robb, L. A. (2015). *Diccionario para ingenieros español-inglés e inglés-español.*

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de este curso debe poseer un título de Licenciado en Docencia de Inglés, Licenciado en Enseñanza de Idiomas, o Licenciado en Traducción con formación docente, deseable experiencia previa de un año mínimo en la universidad. Certificación Nacional de Lenguaje (CENNI) con un mínimo de 12 puntos o banda 3 en los módulos 1, 2 y 3 de la Prueba de Conocimientos sobre Enseñanza (TKT por sus siglas en inglés) o dos años de experiencia como docente de inglés en nivel universitario. Dentro de sus cualidades, el docente debe destacar por su liderazgo, proactividad, actitud responsable, respetuosa y propositiva.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Ecuaciones Diferenciales

5. Clave: 33537

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Dora Luz Flores Gutiérrez	
Ruth Elba Rivera Castellón	
Carlos Alberto Chávez Guzmán	
Luis Ramón Siero González	
María Elena Miranda Pascual	Miranda P.
Oscar Vázquez Espinoza	Vázquez E.

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene el propósito que el estudiante adquiera los conocimientos a través del estudio de los métodos de solución de las ecuaciones diferenciales, implementándolas en los modelos matemáticos de diversos fenómenos físicos, químicos, biológicos; particularmente en las áreas de las ingenierías.
Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería, se recomienda que el alumno haya cursado previamente la unidad de aprendizaje Cálculo Integral.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los conceptos y procedimientos de las ecuaciones diferenciales, para resolver problemas de fenómenos físicos, naturales de la ingeniería, a través de la identificación y el empleo de ecuaciones matemáticas, con responsabilidad y con buena disposición al trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un portafolio de evidencias que contenga el planteamiento, desarrollo e interpretación de resultados, de los fenómenos físicos, químicos y/o biológicos aplicados a las ingenierías.

Elabora y entrega un caso práctico el cual será presentado ante el maestro y compañeros, explicando el proceso y resultado.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de las Ecuaciones Diferenciales

Competencia:
Comprender los fundamentos de las ecuaciones diferenciales, mediante las definiciones, proposiciones, propiedades y teoremas, para explicar las características y el alcance de la solución de las ecuaciones diferenciales, con actitud proactiva y disciplinada.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1. Caracterización de las ecuaciones diferenciales
1.2. Elementos teóricos básicos
1.3. Las ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos
1.4. Campos de pendientes
1.5. Introducción a la Transformada de Laplace

UNIDAD II. Técnicas de Solución de Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden y Aplicaciones

Competencia:
Resolver ecuaciones diferenciales de primer orden, por medio de la selección de los métodos y técnicas como son variables separables, ecuaciones homogéneas, ecuaciones exactas, lineales y transformadas de la Laplace, para describir el comportamiento dinámico de fenómenos del área de ingeniería, en forma clara, precisa y ordenada.

Contenido: **Duración:** 8 horas

2.1. Variables separables
2.2. Ecuaciones exactas
2.3. Ecuaciones lineales
2.4. Métodos por sustitución
2.5. Transformada de Laplace para ecuaciones de primer orden
  2.5.1. Transformada de derivadas
2.6. Aplicaciones
  2.6.1. Aplicaciones físicas: crecimiento, descomposición y segunda ley del enfriamiento de Newton
  2.6.2. Aplicaciones geométricas
  2.6.3. Aplicaciones físicas: circuitos y mezclas

UNIDAD III. Ecuaciones Diferenciales Lineales de Orden Superior y Aplicaciones

Competencia:
Solucionar ecuaciones diferenciales de orden superior, mediante la selección de métodos y técnicas propias de las ecuaciones diferenciales lineales, ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes, no-homogéneas con coeficientes constantes, variación de parámetros, ecuaciones de Cauchy-Euler y transformada de Laplace, para describir el comportamiento dinámico de fenómenos del área de ingeniería, en forma ordenada y trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 12 horas

3.1. Teoría preliminar
  3.1.1. Problemas de valor inicial y problemas de valores de frontera
  3.1.2. Dependencia lineal e independencia lineal
  3.1.3. Tipos de soluciones de ecuaciones diferenciales lineales
3.2. Reducción de orden para una ecuación diferencial de segundo orden
3.3. Ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes
3.4. Ecuaciones lineales no homogéneas con coeficientes constantes
3.5. Variación de parámetros
3.6. Ecuaciones diferenciales con coeficientes variables
  3.6.1. La ecuación de Cauchy-Euler
3.7. Transformada de Laplace para ecuaciones de orden superior
3.8. Aplicaciones
  3.8.1. Sistema masa-resorte: movimiento libre no amortiguado y amortiguado
  3.8.2. Coeficientes Indeterminados: método de superposición y operadores diferenciales
  3.8.3. Sistema masa-resorte: movimiento forzado
  3.8.4. Sistemas análogos de un circuito en serie

UNIDAD IV. Sistemas de Ecuaciones Diferenciales Lineales de Primer Orden y Aplicaciones

Competencia:
Resolver sistemas de ecuaciones diferenciales y lineales, mediante la aplicación de la transformada de Laplace y los operadores diferenciales, para interpretar el comportamiento dinámico de fenómenos del área de ingeniería, en forma crítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1. Sistemas de ecuaciones diferenciales
4.2. Soluciones de sistemas de ecuaciones diferenciales
  4.2.1. Transformada de Laplace
  4.2.1. Operadores Diferenciales

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
Unidad I				
1	Identificar los tipos de ecuaciones diferenciales, mediante los conceptos teóricos de tipo, orden y linealidad, para formar un marco de referencia sólido, con actitud proactiva y disciplinada.	Dado un conjunto de ecuaciones diferenciales, clasificarlas según su tipo, orden y linealidad.	Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	2 horas
2	Identificar y clasificar los modelos matemáticos, mediante los conceptos teóricos (dependencia e independencia lineal, valores de la frontera, condiciones iniciales, transformación de variables, etc.) y las características de las ecuaciones diferenciales, graficar los campos de pendientes, para resolver problemas de la vida cotidiana y de la ingeniería, con actitud proactiva.	Dado un conjunto de problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, se identificará y clasificará los modelos matemáticos, así como dibujar las gráficas utilizando el método de los campos de pendientes.	Graficadora Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	2 horas
3	Adquirir los conceptos teóricos de la transformada de Laplace, para simplificar funciones y posteriormente obtener soluciones de ecuaciones diferenciales, a través de la definición de la Transformada de Laplace, con actitud disciplinada y crítica.	Dado un conjunto de funciones en el tiempo aplicar el concepto de Transformada de Laplace para convertirlas en funciones de F(s) y viceversa.	Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	5 horas
Unidad II				
4	Solucionar problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación del método de separación de variables y ecuaciones homogéneas, para la solución de las ecuaciones diferenciales de primer orden en forma organizada y reflexiva.	Dado un grupo de problemas que incluyan crecimiento, descomposición y segunda ley del enfriamiento y calentamiento de Newton, encontrar la solución de dichos problemas aplicando los métodos de Variables	Graficadora Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	4 horas

		Separables y Ecuaciones Homogéneas.		
5	Resolver problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación de métodos de ecuaciones exactas y lineales, para la solución de las ecuaciones diferenciales de primer orden en forma organizada y reflexiva.	Dado un grupo de ecuaciones diferenciales, identificar cuál de los métodos vistos en clase es el más adecuado para resolverlas; el de ecuaciones exactas o el de lineales. Se resolverán problemas de Mezclas y Circuitos RL y RC.	Graficadora Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	4 horas
6	Identificar problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación de la transformada de Laplace, para determinar la solución de las ecuaciones diferenciales de primer orden, en forma organizada y reflexiva.	Dado un conjunto de Ecuaciones Diferenciales de primer orden, se utilizará el concepto de Transformada de Laplace para encontrar su solución.	Graficadora, Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	4 horas
Unidad III				
7	Identificar problemas de valor inicial, valor de frontera de ecuaciones diferenciales de orden superior, para encontrar la solución a problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la comparación con los conceptos teóricos referentes a las técnicas de solución en forma crítica y reflexiva.	Dado un conjunto de problemas de valor inicial y de valores de frontera con o sin dependencia lineal se aplicará la teoría preliminar para la soluciones de ecuaciones.	Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	2 horas
8	Resolver problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación de la técnica de reducción de orden, para la solución de las ecuaciones diferenciales de orden superior, en forma sistemática y crítica.	Dado un conjunto de problemas de ecuaciones de segundo orden se aplicará el concepto de reducción de orden para obtener sus soluciones.	Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	2 horas
9	Resolver problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación del método ecuaciones con coeficientes constantes, para la solución de las ecuaciones diferenciales de orden superior en	Dado un conjunto de problemas de ecuaciones de segundo orden se aplicará el concepto de ecuaciones lineales homogéneas con coeficientes constantes para obtener sus soluciones.	Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	3 horas

	forma sistemática y reflexiva.	Dichas problemáticas incluirán aplicaciones de cinemática, sistema masa-resorte: movimiento libre no amortiguado y amortiguado.		
10	Resolver problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación del método de coeficientes indeterminados, para la solución de las ecuaciones diferenciales de orden superior, en forma crítica y reflexiva.	Dado un conjunto de problemas de ecuaciones de segundo orden se aplicará el concepto de ecuaciones lineales no-homogéneas con coeficientes constantes para obtener sus soluciones, coeficientes Indeterminados: método de superposición y operadores diferenciales. Dichas problemáticas incluirán aplicaciones de sistema masa-resorte: movimiento forzado y sistemas análogos de circuitos serie.	Graficadora Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	3 horas
11	Resolver problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación del método de variación de parámetros, para la solución de las ecuaciones diferenciales de orden superior, en forma sistemática y reflexiva.	Dado un conjunto de ecuaciones de orden superior se aplicará el método de Variación de Parámetros para su resolución.	Graficadora Plumón Pizarrón	2 horas
12	Resolver problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación del método de transformada de Laplace, para la solución de las ecuaciones diferenciales de orden superior, en forma sistemática y reflexiva.	Dado un conjunto de ecuaciones de orden superior se aplicará el método de Transformada de Laplace para su resolución.	Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	4 horas
13	Resolver problemas cotidianos de ciencias e ingeniería, mediante la aplicación del método de Cauchy-	Dado un conjunto de ecuaciones diferenciales con coeficientes variables de orden superior se	Plumón Pizarrón Apuntes	2 horas

	Euler, para la solución de las ecuaciones diferenciales de orden superior, en forma sistemática y reflexiva.	aplicará el método de Cauchy-Euler, para su resolución.	Bibliografía especializada	
Unidad IV				
14	Obtener la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales, utilizando las propiedades y la metodología de la transformada de Laplace, para determinar la solución de un sistema lineal de ecuaciones diferenciales, en forma crítica y reflexiva.	Dado un sistema de ecuaciones diferenciales se aplicará el concepto de transformada de Laplace para determinar su solución.	Graficadora Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada.	4 horas
15	Obtener la solución de sistemas de ecuaciones diferenciales, utilizando el concepto de operadores diferenciales y su aplicación, para caracterizar un sistema de ecuaciones diferenciales lineales y encontrar su solución, en forma crítica y reflexiva.	Dado un sistema de ecuaciones diferenciales lineales se aplicará el método de operadores diferenciales para determinar su solución.	Graficadora Plumón Pizarrón Apuntes Bibliografía especializada	5 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Exposición de conceptos y propiedades básicas de cada tema por parte del docente.
- Explicar y ejemplificar la utilización de métodos aplicados en ecuaciones diferenciales.
- Utilización de técnicas de preguntas y respuestas, para la exploración del conocimiento adquirido.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Resolución de ejercicios prácticos a través de talleres individuales y/o en equipo.
- Utilización de técnicas de preguntas y respuestas, para la exploración del conocimiento adquirido.
- Participación en clase.
- Exámenes parciales por unidad y examen colegiado.
- Revisión documental de un caso práctico y la relación con las ecuaciones diferenciales.
- Exposición oral por equipo del caso práctico.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 4 exámenes: uno por cada unidad (c/u 10%)…… 40%
- Talleres……... 20%
- Evidencia de desempeño 1 (Portafolio)…….. 25%
- Evidencia de desempeño 2 (Presentación formal de un Caso práctico)..... 15%

  Total……..…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Borreli-Coleman. (2002). *Ecuaciones Diferenciales*. Editorial Oxford. [clásica]	Kiseliov, A., Krasnov, M. y Makarenko, G. (2015). *Problemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.* Editorial Quinto Sol.
Krantz, S. G. (2015). *Differential equations, theory, technique and practice.* Editorial CRC Press.	Ledder, G. (2006). *Ecuaciones Diferenciales un Enfoque de Modelado.* Editorial Mc. Graw Hill. [clásica]
Kenneth, H. B. (2016). *Ordinary differential equations, and introduction to the fundamentals*. Ed. CRC.	Nagle R. K. (2001). *Ecuaciones Diferenciales y problemas con valores en la frontera.* Editorial Pearson. [clásica]
Spiegel, M. R. (2008). *Ecuaciones Diferenciales Aplicadas*. Ed. Prentice Hall. [clásica]	Simmons, G. F. (2009). *Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones y notas históricas.* Ed. Mc Graw Hill. [clásica]
Zill, D. G. (2015). *Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones al Modelado.* Ed. Thomson	
Zill, D. G., Cullen, M. R. (2008) *Matemáticas Avanzadas para Ingeniería I*. Editorial Mc. Graw Hill. [clásica]**]**	

X. PERFIL DEL DOCENTE

El profesor debe poseer Licenciatura en Ingeniería o carrera afín, preferentemente con posgrado en el área de las ciencias e ingeniería, con experiencia docente y formación pedagógica comprobable.
Se sugiere que cuenta con una experiencia laboral y docente mínima de dos años.
Debe ser una persona puntual, honesta y responsable, con facilidad de expresión, motivador en la participación de los estudiantes, tolerante y respetuoso de las opiniones de los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Electricidad y Magnetismo

5. Clave: 33538

6. HC: 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Marta Elena Armenta Armenta	
Juan Francisco Flores Reséndiz	
Alberto Hernández Maldonado	
Mónica Isabel Soto Tapia	
Irma Uriarte Ramírez	
Oscar Vázquez Espinosa	
Arturo Velázquez Ventura	
Fecha: 08 de febrero de 2017	

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
Mayra Iveth García Sandoval	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje de carácter obligatorio se encuentra ubicada en la etapa básica correspondiente al área de física. Su propósito es que el estudiante aplique los conceptos, principios y leyes que rigen a los fenómenos físicos de la Electricidad y el Magnetismo, apoyándose en un análisis matemático, instrumentación, tecnología y métodos teórico-prácticos, para su aplicación en unidades de aprendizaje posteriores y en su desempeño profesional en ingeniería. Forma parte del tronco común de la DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los conceptos, principios y leyes que rigen la electricidad y el magnetismo, apoyándose en un análisis matemático, instrumentación, tecnología y métodos teórico-prácticos, para la solución de problemas cotidianos y de ingeniería, con responsabilidad, creatividad, disposición para el trabajo colaborativo y conscientes de su entorno.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Experimentación, discusión y elaboración de prácticas de fenómenos eléctricos y magnéticos trabajados en el laboratorio. El reporte relacionado con cada práctica debe entregarse en formato electrónico e incluir: portada, introducción, objetivo, marco teórico, desarrollo experimental, discusión de resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.

Elabora una bitácora en formato electrónico que incluya la resolución de ejercicios y problemas planteados en talleres, tareas y trabajos investigativos, siguiendo un formato de planteamiento, desarrollo, resultados e interpretación de los mismos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Electrostática y Ley de Coulomb

Competencia:
Aplicar los fundamentos teórico-prácticos a través de la aplicación de las leyes de Coulomb y Gauss, haciendo uso de herramientas matemáticas adecuadas, para obtener cuantitativamente los parámetros involucrados de los diferentes fenómenos, con actitud crítica, reflexiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

1.1 Carga y fuerza eléctrica
- 1.1.2 Introducción al electromagnetismo.
- 1.1.3 Carga eléctrica y sus propiedades
- 1.1.4 Conductores y aislantes; cargas por fricción e inducción
- 1.1.5 Ley de Coulomb

1.2 Campo eléctrico
- 1.2.1 Concepto de campo eléctrico
- 1.2.2 Cálculo del campo debido a cargas puntuales
- 1.2.3 Cálculo de campo debido a distribuciones continuas
- 1.2.4 Dipolo eléctrico

1.2 Ley de Gauss
- 1.3.1 Flujo eléctrico
- 1.3.2 Ley de Gauss
- 1.3.3 Cálculo del campo utilizando la Ley de Gauss en aislantes
- 1.3.4 Cálculo del campo utilizando la Ley de Gauss en conductores aislados

UNIDAD II. Potencial eléctrico y capacitores

Competencia:
Aplicar los conceptos y las expresiones que resultan de los problemas relacionados con el potencial eléctrico y la capacitancia, utilizando los principios matemáticos y las técnicas adecuadas, para la solución de problemas prácticos de ingeniería, con actitud ordenada y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

2.1 Potencial eléctrico y energía potencial eléctrica
- 2.1.1 Concepto de diferencia de potencial y de energía potencial eléctrica
- 2.1.2 Deducción del potencial
- 2.1.3 Potencial eléctrico debido a cargas puntuales
- 2.1.4 Cálculo de la energía potencial debido a cargas puntuales

2.2 Capacitores y dieléctricos.
- 2.2.1 Concepto de capacitancia
- 2.2.2 Cálculo de la capacitancia
- 2.2.3 Arreglo de capacitores en combinación: serie, paralelo y mixta
- 2.2.4 Capacitores con dieléctrico diferente del vacío
- 2.2.5 Almacenamiento de energía en un capacitor

UNIDAD III. Circuitos de corriente continua

Competencia:
Analizar circuitos eléctricos básicos, utilizando los principios matemáticos y leyes que los rigen, para la solución de problemas prácticos con corriente directa, con actitud reflexiva, ordenada y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1 Fuentes de Fuerza Electromotriz
- 3.1.1 Fuentes de corriente directa
- 3.1.2. Fuente de corriente variable

3.2 Corriente eléctrica
- 3.2.1 Concepto de corriente eléctrica
- 3.2.2 Densidad de corriente eléctrica
- 3.2.3 Bases microscópicas de la conducción en sólidos

3.3 Resistencia y ley de Ohm
- 3.3.1 Resistencia y resistiva
- 3.3.2 Efecto de la temperatura en la resistencia
- 3.3.3 Energía eléctrica y potencia

3.4 Arreglo de resistencias: serie, paralelo y mixto
- 3.4.1 Determinación de la resistencia equivalente
- 3.4.2 Análisis de circuitos simples aplicado el concepto de resistencia equivalente

3.5 Leyes de Kirchhoff
- 3.5.1 Leyes de corrientes y voltajes
- 3.5.2 Análisis de nodos y mallas

UNIDAD IV. Campo magnético

Competencia:
Analizar los fundamentos físicos del campo magnético, a partir de la revisión de las leyes y principios matemáticos que los rigen, para interpretar el funcionamiento de diferentes dispositivos en donde se presenta este fenómeno, con actitud crítica, reflexiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

- 4.1 Fuerza y campo magnético
  - 4.1.1 Fuerza de Lorentz
  - 4.1.2 Magnetismo en materiales
- 4.2 Ley de Ampere
  - 4.2.1 Ley de Ampere
  - 4.2.2 Campo magnético debido a un alambre con corriente
- 4.3 Ley de Biot-Savart
  - 4.3.1 Ley de Biot-Savart
  - 4.3.2 Cálculo de algunos campos utilizando la Ley de Biot-Savart
- 4.4 Inducción magnética
  - 4.4.1 Ley de Faraday
  - 4.4.2 Ley de Lenz
- 4.5 Introducción a la Teoría Electromagnética
  - 4.5.1 Espectro electromagnético
  - 4.5.2 Ecuaciones de Maxwell

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los conceptos básicos de la electrostática, a través de la elaboración de un mapa conceptual, para organizar y relacionar la información, de manera colaborativa e investigativa.	Lee y comprende los conceptos de carga eléctrica y estructura de la materia. Identifica los conceptos básicos de la electrostática. Elabora un mapa conceptual atendiendo las recomendaciones atendiendo normas de redacción y ortografía.	Lecturas proporcionadas por el docente.	1 hora
2	Comprobar la Ley de Coulomb, a través de la solución de problemario, para demostrar la existencia de la fuerza eléctrica en cargas puntuales, de una forma analítica y ordenada.	Aplica la Ley de Coulomb en la solución de problemas para determinar la fuerza eléctrica.	Problemario Calculadora Apuntes	1 hora
3	Interpretar el concepto de campo eléctrico entre cargas puntuales y distribuciones continuas, a través de la aplicación de la definición, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Aplica el concepto de campo eléctrico en la solución de problemas.	Problemario Calculadora Apuntes	1 hora
4	Calcular el campo eléctrico, a través de la aplicación de la Ley de Gauss, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Define el concepto de Flujo Eléctrico y la Ley de Gauss. Aplicar el concepto en la solución de problemas.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora

UNIDAD II				
5	Comprender los conceptos de energía potencial eléctrica, asociándola con el trabajo realizado por fuerzas eléctricas, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la energía potencial de una carga conocida a una distancia determinada de otras cargas conocidas, y determinar si la energía es negativa o positiva.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
6	Contrastar los conceptos de potencial eléctrico y diferencia de potencial eléctrico, asociándolos con el trabajo de mover cargas eléctricas, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Calcula el potencial absoluto en cualquier punto de la vecindad de cierto número de cargas conocidas.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
7	Explicar el concepto de capacitancia, mediante la relación entre el voltaje aplicado y la carga total en un capacitor, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la capacitancia de un capacitor de placas paralelas cuando se conoce el área de las placas y su separación en un medio de constante dieléctrica conocida.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
8	Interpretar el concepto de la agrupación de capacitores en un circuito, mediante el estudio de la distribución de cargas y voltajes, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la capacitancia equivalente de algunos capacitores conectados en serie o en paralelo.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
UNIDAD III				
9	Comprender el concepto de la resistividad y el coeficiente de temperatura en materiales, mediante el estudio de las propiedades microscópicas de los materiales, para la solución de	Calcula la resistividad de un material y aplicar fórmulas para conocer el cambio en la resistencia debido a la temperatura.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora

	problemas, con actitud propositiva y analítica.			
10	Identificar la ley de Ohm, mediante el estudio de las relaciones entre voltaje y resistencia, para resolver problemas que impliquen resistencia eléctrica, con actitud propositiva y analítica.	Aplica la ley de Ohm a circuitos que contengan resistencia y FEM para calcular la corriente.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
11	Interpretar el concepto de la agrupación de resistores en un circuito simple, mediante la distribución de voltajes y corrientes, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la resistencia equivalente de algunos resistores conectados en serie y en paralelo.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
12	Reconocer el concepto de la agrupación de resistores en circuitos que no se pueden reducir a una resistencia equivalente, mediante las leyes de Kirchhoff, para la solución de problemas, con actitud propositiva y analítica.	Aplica las leyes de Kirchhoff para redes eléctricas planas y resolver circuitos de varias trayectorias cerradas de corriente.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
UNIDAD IV				
13	Cuantificar las características magnéticas de la materia y su relación con las fuerzas que se ejercen sobre cargas eléctricas, mediante el estudio microscópico de los materiales, para la solución de problemas que impliquen campos eléctricos y magnéticos, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la fuerza que experimenta una carga eléctrica debida a campos eléctricos y magnéticos aplicando la Ley de Lorentz.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora

14	Identificar el fenómeno de la inducción de campos magnéticos debidos a cargas eléctricas en movimiento a través de un conductor, mediante la formulación propuesta por Biot-Savart, para la solución de problemas de inducción magnética, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la inducción magnética debido a una corriente eléctrica estable aplicando la Ley de Biot-Savart, para un filamento conductor de corriente y para una espira o bobina y solenoide.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
15	Asimilar el fenómeno de inducción de campos magnéticos debidos a una corriente eléctrica que fluye a través de un conductor, mediante la fórmula integral de Ampere, para la solución de problemas de inducción magnética, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la inducción magnética debido a una corriente eléctrica estable aplicando la Ley de Ampere.	Problemario Calculadora Apunte	1 hora
16	Comprender el efecto de la corriente o FEM inducida por un conductor que se mueve a través de un campo magnético, mediante el estudio del flujo magnético variable, para la solución de problemas de FEM inducida, con actitud propositiva y analítica.	Calcula la FEM inducida en un circuito aplicando la Ley de Faraday	Problemario Calculadora Apunte	1 hora

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Aplicar los fundamentos teóricos de electrostática, a través de diversos experimentos de electricidad, para demostrar la existencia de carga, fuerza y campo eléctrico, con actitud crítica, reflexiva y responsable.	Esta práctica se divide en cuatro etapas. **1a)** Carga de un objeto por fricción y demostración de la existencia de carga eléctrica. Características. En esta práctica se explora la forma de cargar un cuerpo por fricción. Se podrán responder preguntas tales como: ¿qué es la carga eléctrica?, ¿Qué la produce? y ¿de dónde proviene? Procedimiento. 1o.- Colocar gelatina en polvo, tierra, pequeños trozos de papel y aluminio sobre una superficie plana. 2o.- Frotar un globo de plástico con franela u otro objeto y acercarlo a los diferentes materiales antes mencionados. Observar y anotar lo que sucede al realizar estos experimentos. 3o.- Repetir el paso dos con los otros materiales de la serie triboeléctrica.	Materiales y/o equipo. **1a)** • Manual de prácticas de laboratorio de Electricidad y Magnetismo. • Vidrio • Plástico (globo, popote, PVC, regla, peine). • Trozos pequeños de Aluminio. • Trozos pequeños de papel. • Gelatina (en polvo). • Tierra seca. • Franela. • Seda.	2 horas
2		**1b)** Fuerzas de atracción y repulsión eléctrica. Carácteristicas. Se experimenta y	**1b)** • Una barra de vidrio • Una barra de plástico o PVC	2 horas

		comprueba la fuerza de atracción y repulsión entre diferentes objetos cargados. Procedimiento. Se cargan por fricción los diferentes materiales y se colocan sobre un pivote el cual les permite moverse libremente. Se puede ver claramente que existe una fuerza de atracción o repulsión entre los objetos cargados, al acercarlos unos a otros.	• Una cuerda o pivote para colocar las barras anteriores. • Franela. • Seda.	
3		**1c)** El electroscopio. Características. Un electroscopio consiste en dos objetos con cargas iguales, y uno o ambos tienen libertad de movimiento, de tal forma que al acercarlos, éstos sufren una fuerza de repulsión entre sí. Procedimiento. Cargar un objeto, ya sea por fricción o cualquier otro medio, y acercarlo al electroscopio, ver lo que sucede y repetir el experimento al poner el objeto cargado en contacto con el electroscopio.	**1c)** Equipo de electrostática (SF-9068) Si no se cuenta con dicho equipo. Dos esferas de corcho, forradas con un material conductor. Una cuerda. Un soporte para suspender las esferas de corcho. Un objeto cargado.	2 horas
4		**1d)** Jaula de Faraday. Características. Una jaula de Faraday es una caja metálica que protege de los campos eléctricos. Se emplean como blindaje de campos eléctricos y en consecuencia, de descargas eléctricas, ya que en su interior el campo eléctrico es nulo. Procedimiento. Sintonizar una	**1d)** • Radio Analógico y pequeño, si no se cuenta con ello, puede ser un teléfono celular. • Caja de cartón. • Caja de metálica. • Papel de aluminio. • Alambre conductor de 15 cm de longitud.	2 horas

		emisora de radio, cubrir el radio con un objeto no conductor y anotar lo que sucede. Cubrir de nuevo el radio, pero ahora mediante un material conductor y anotar lo que sucede.	• Malla metálica.	
UNIDAD II				
5	Comprobar el efecto que tiene un material dieléctrico sobre la capacitancia de un capacitor y calcular la constante dieléctrica de dicho material, utilizando un capacitor de placas paralelas de acuerdo con sus características físicas, para evaluar su funcionamiento, apoyándose en los conocimientos teóricos, con actitud analítica, reflexiva, interés científico y responsabilidad.	Ajusta la fuente de voltaje a un valor adecuado y apagarla, manteniendo la fuente apagada armar el circuito correspondiente. A continuación, insertar una de las placas del material dieléctrico, encender la fuente y tomar la lectura del voltaje del dispositivo. Posteriormente retirar la placa del material y anotar nuevamente la lectura del voltaje. Con los datos de voltaje, calcular la constante dieléctrica del material. Repetir los pasos para el resto de las placas dieléctricas. También, medir la capacitancia del capacitor descargado sin dieléctrico y luego, medirla colocando cada uno de los materiales dieléctricos.	Fuente de voltaje, multímetro, capacitómetro, capacitor de placas paralelas, cables para conexión, protoboard, resistencia eléctrica y placas dieléctricas de acrílico, vidrio, madera y cartón.	2 horas
6	Analizar los circuitos de capacitores conectados en serie y en paralelo, mediante la medición de la capacitancia equivalente de cada uno de los arreglos, para diferenciar las características eléctricas de cada combinación y su posterior aplicación en circuitos	Ajusta la fuente de voltaje a un valor adecuado y apagarla. Manteniendo la fuente apagada, armar los circuitos correspondientes de la combinación tanto en serie como en paralelo y medir en cada una de ellas la capacitancia	Fuente de voltaje, multímetro, capacitómetro, cables para conexión, protoboard y capacitores electrolíticos.	2 horas

	más complejos, con actitud analítica, ordenada y responsable.	equivalente. Posteriormente, encender la fuente y medir la diferencia de potencial en cada capacitor para cada una de las combinaciones antes mencionadas, anotar las mediciones obtenidas para su posterior comparación con los cálculos teóricos o esperados.		
7	Construir un circuito eléctrico de carga y descarga de un capacitor, mediante un diagrama de circuito, para medir la corriente máxima existente en el dispositivo y explicar el almacenamiento de energía en el mismo, con actitud analítica, objetiva y responsable.	Ajusta la fuente de voltaje a un valor adecuado y apagarla. Manteniendo la fuente apagada, armar el circuito correspondiente para la carga del capacitor y medir la corriente existente en el circuito, apagar la fuente. Posteriormente, armar el circuito para la descarga y al encender de nuevo la fuente, medir la corriente que recorre tal circuito. Repetir los pasos anteriores para cada uno de los capacitores con los que se trabaje.	Fuente de voltaje, multímetro, capacitómetro, cables para conexión, protoboard, capacitores electrolíticos, resistencia eléctrico y LED.	4 horas
UNIDAD III				
8	Analizar circuitos eléctricos básicos, utilizando los principios fundamentales que describen su funcionamiento, para la medición de los parámetros eléctricos característicos de cada elemento que conforma el sistema, que permitan corroborar el comportamiento de los mismos, con actitud reflexiva, ordenada, responsable y siguiendo las normas de seguridad e higiene del	Esta práctica se divide en cuatro etapas. **3a)** Resistencia eléctrica y resistividad de los materiales. Características. Obtener experimentalmente información cualitativa y/o cuantitativa de la resistividad y resistencia eléctrica para diferentes materiales y comprobar los datos con los cálculos teóricos, estableciendo	Para los diferentes montajes experimentales los materiales o equipos genéricos son: 1.- Multímetro digital. 2.- Tarjeta de experimentación (protoboard). 3.- Juego de cable con conectores tipo caimán o alambres saltadores (jumpers). 4.- Fuente de alimentación ajustable.	2 horas

	laboratorio.	hipótesis sobre las observaciones y los datos registrados. Procedimiento. 1.- Medir la resistencia de un alambre de cobre para diferentes longitudes y secciones transversales. 2.- Medir la corriente en el circuito conformado por una fuente, un amperímetro, una resistencia convencional y un elemento de carga (materiales), a fin de determinar la resistencia en los diversos materiales de interés	3a) Conductores de diferentes materiales y dimensiones, cinta adhesiva, tijeras, regla graduada en centímetros, resistencia de 100Ω y un diodo led (emisor de luz).	
9		**3b)** Ley de Ohm e intercambio de energía. Características. Confirmar el cumplimiento de la Ley Ohm en la medición de corriente en una conexión de una fuente de corriente directa con un resistor y analizará la entrega y absorción de energía de los dispositivos. Procedimiento. 1.- Determinar la variación de la corriente eléctrica en un elemento resistivo a partir del incremento en el potencial aplicado. 2.- Evaluar la cantidad de energía eléctrica que absorbe o entrega un sistema por unidad de tiempo, a través del cálculo de la potencia en sus componentes.	**3b)** Tres resistores (2000Ω, 720Ω, 220Ω,) y un diodo led (emisor de luz).	2 horas
10		**3c)** Conexión serie, paralelo y mixta de resistores Características. Se miden la resistencia equivalente, caída de	**3c)** Tres resistores (1000Ω, 2000Ω, 3000Ω,).	2 horas

		tensión y corriente eléctrica en las diferentes conexiones entre resistores: serie, paralelo y mixta; verificando los datos teóricos con los experimentales Procedimiento. Se realizan las 3 conexiones características y se miden los parámetros eléctricos de interés, considerando los requerimientos de cada conexión.		
11		**3d)** Leyes de Kirchhoff. Características. Aplicar las Leyes para calcular los parámetros de voltaje, corriente y potencia de cada dispositivo y en el laboratorio efectuará las mediciones con los instrumentos corroborando los datos prácticos con los teóricos. Procedimiento. 1.- Conectar 3 resistores y dos fuentes de energía en un circuito a dos mallas. 2.- Determinar los parámetros eléctricos de cada resistor, considerando dos etapas de medición, en las cuales se intercambie la polaridad de la fuente 2.	**3d)** Una batería de 9V y tres resistores (1000Ω, 2000Ω, 3000Ω).	2 horas
UNIDAD IV				
12	Aplicar los principios teóricos del magnetismo, a través diversos experimentos que relacionan el campo magnético, para observar	Esta práctica se divide en tres etapas. **4a)** Imanes	Materiales y/o equipo. **4a)**	

	los efectos de éste sobre otros campos magnéticos y con otros materiales, de manera analítica.	Comportamiento de los imanes con respecto al magnetismo terrestre, colgando un imán de un soporte. para que el estudiante determine el polo norte y sur del imán con respecto a magnetismo terrestre. Se observa el comportamiento del imán colgado con respecto a un segundo imán del mismo tipo a diferentes distancias. Se observa el comportamiento del imán colgado con respecto a un segundo imán de distinto tipo a diferentes distancias.	1.- Brújula. 2.-Soporte 3.- Dos imanes en forma de anillo. 4.- Un imán en forma de barra. 5.- Hilo o Alambre de cobre (1m). 6.- Cinta adhesiva. 7.- Cinta métrica.	2 horas
13		**4b)** Demostración de la existencia del campo magnético. 1.-Utilizando las limaduras, de hierro, esparcirlas sobre la hoja de papel, y colocar debajo los diferentes tipos de imán, uno por uno, y después interactuando entre ellos, con la finalidad de observar las formas de los campos magnéticos, libres y cuando interactúan. 2.-Hacer fluir corriente directa a través del conductor recto, la espira y la bobina, Observando la forma del campo que se produce utilizando la	**4b)** -Imanes de diversas formas -Limaduras de hierro -Brújula -Pieza de papel -Frasco con tapadera perforada con varios orificios. -Fuente de voltaje -Cables para conexión -Alambre conductor de cobre esmaltado -Espira de una sola vuelta, -Bobina circular o rectangular de 50 vueltas Solenoide de 50 vueltas.	2 horas

		técnica anterior		
14		**4c)** Inducción electromagnética . Demostrar la ley de inducción de Faraday a partir de la medición de corrientes y voltajes inducidos en bobinas empleando un multímetro para comprender el funcionamiento de dispositivos de naturaleza magnética. - Utilizando un amperímetro, se conecta a la bobina de 400 vueltas, y se introduce el imán de barra dentro de la bobina, a diferentes velocidades y se observa su efecto en la corriente producida, en magnitud y sentido. - Se repiten el experimento anterior utilizando una Bobina de mayor cantidad de vueltas, para observar el efecto de la cantidad de espiras. - Se hace fluir electricidad por las bobinas y se observa la reacción del imán, al interactuar el campo electromagnético con el campo magnético del imán de barra. - se coloca una bobina frente a la otra, energizando la más pequeña de manera pulsada y midiendo la	**4c)** Fuente de voltaje Multímetro, Cables para conexión, brújula, 2 bobinas de 400 vueltas, 1 de 800 vueltas 1 imán en forma de barra	4 horas

		corriente en la bobina secundaria (de mayor número de vueltas). - Se repite el paso anterior energizando de manera pulsada ahora la bobina mayor y observando los efectos en la bobina menor.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre :
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice habilidades técnicas de ingeniería a través del estudio de los fenómenos eléctricos y magnéticos.

Estrategia de enseñanza (docente) :

- Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, el alumno recibirá los fundamentos concernientes al electromagnetismo, con enfoque en la electrificación de los cuerpos, interacciones de tipo eléctricas y magnéticas, y conexión de componentes en circuitos eléctricos simples.
- En sesiones de taller se desarrollarán ejercicios prácticos en el pizarrón con la participación de los alumnos, en los que identifique y explore los conceptos básicos; siguiendo con dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios, siendo el maestro un monitor y guía de estos.
- Cuando se manejan conceptos nuevos en clase es conveniente que antes de finalizar esta se realice una mesa redonda o bien mesas de trabajo, donde los alumnos realicen una retroalimentación de la clase mediante la descripción de los conceptos y aplicación de estos.

Estrategia de aprendizaje (alumno) :

- A través del trabajo en equipo, sesiones de taller y experimentales, el alumno aplique los conceptos, principios y leyes que rigen a los fenómenos de la electricidad y magnetismo en el estudio de un sistema de esta naturaleza.
- Los reportes y la bitácora, elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas, que en conjunto con un proceso investigativo, lo posibiliten a ejecutar y presentar los cálculos y las mediciones hechas en un circuito de índole eléctrico o magnético.
- Por último se recomienda los ejercicios de tarea en su modalidad individual y por equipos. Además, se realizarán prácticas de laboratorio de los temas vistos en clase

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 4 exámenes escritos…… 60%
- Evidencia de desempeño……..... 30%
  (Reportes en formato electrónico de prácticas de laboratorio 15%)
  (Elaboración de una bitácora en formato electrónico 15%)
- Tareas y trabajo en equipo……10 %

Total……..…..……100 %

IX. REFERENCIAS

Básicas

Feynman, R., Leighton R. B. & Sands, M. (1963). *The Feynman Lectures on Physics, Volume II: mainly electromagnetism and matter.* Disponible en http://www.feynmanlectures.caltech.edu/ [Clásica]

Ohanian, H. C., & Market, J. T. (2009). *Física para ingeniería y ciencias.* Ciudad de México: McGraw Hill. [Clásica]

Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (2002). *Física Volumen 2.* México: CECSA. [Clásica]

Serway, R. A., & Jewett, J. W. Jr. (2016). *Física para Ciencias e Ingeniería.* Vol. 2. Novena Edición. México: Cengage Learning.

Walker, J., Resnick, R. & Halliday, D. (2014). *Fundamentals of physics.* Décima edición. EUA: John Wiley.

Wolfgang, B., & Westfall, G. D. (2014). *Física para ingeniería y ciencias. Volumen 2 (2a. ed.).* México: McGraw-Hill.

Zemansky, S., Young, H., Freedman, R. (2009) *Física universitaria con física moderna*, Pearson Educación, Doceava. [Clásica]

Complementarias

Tippens, P. E. (2011). *Fisica: conceptos y aplicaciones (7a. ed).* México: Editorial McGraw Hill. Disponible https://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/reader.action?docID=4823719&query=Fisica

Pérez Montiel, H. (2010). *Física General.* México: Grupo Editorial Patria. [Clásica]

Serway, R. A., & Jewett, J. W. Jr. (2015). *Física para Ciencias e Ingeniería.* Vol. 2. Novena Edición. México: Cengage Learning. Disponible en: https://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/reader.action?docID=4823719&query=Fisica

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería, en Física o área afín, Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Experiencia profesional en el área de Electricidad o Electrónica y como docente en el área de Física. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biología Celular

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA

Tatiana Nenetzen Olivares Bañuelos
Diana Anahí Maya Gómez
Adriana Álvarez Andrade
David Cervantes Vásquez
Fecha: 30 de octubre de 2018

Firma

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas
Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista

Firma

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso tiene como finalidad proporcionar los fundamentos de la Biología celular permitiéndole al estudiante interrelacionar la estructura y función de las células procariotas y eucariotas para analizar la actividad biológica de los organismos unicelulares y, la organización funcional de los organismos multicelulares. La unidad de aprendizaje se encuentra ubicada en la etapa básica, es de carácter obligatorio y contribuye al área de conocimiento de Ciencias Básicas.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar las funciones celulares, mediante el análisis de los procesos biológicos y los elementos formes de la célula, con el fin de establecer las bases para el manejo de sistemas de producción en biomedicina, biotecnología y medioambientales, con actitud analítica, respeto al medio ambiente y la vida.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora dos maquetas, una que represente la estructura de una célula ecucariota y una célula procariota, la cual debe contener todas las estructuras y representar las funciones que desempeña cada una.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Organización interna de los seres vivos y naturaleza química de la célula

Competencia:
Analizar los componentes bioquímicos, sistemas de regulación homeostática y características de las distintas células, a partir de las diferencias morfológicas y químicas que existen entre las células, para interpretar la función celular, con una actitud respetuosa hacia la complejidad de los seres vivos y pensamiento analítico

Contenido: **Duración:** 5 horas

1.1 Jerarquía de los sistemas biológicos
1.2 Antecedentes y teoría celular
1.3 Diferencias morfológicas entre las células procarióticas y eucarióticas
1.4 Componentes bioquímicos de las células
1.5 Homeostasis celular

UNIDAD II. La envoltura celular

Competencia:
Inspeccionar las características de las envolturas celulares, a partir de la organización de sus componentes y funciones, para explicar los fenómenos de transporte y formación de tejidos, con actitud ordenada y respeto hacia los seres vivos

Contenido: **Duración:** 7 horas

2.1 Cápsula y glucocálix
- 2.1.1 Estructura y composición química

2.2 Pared celular
- 2.2.1 Tipos de pared celular en vegetales y bacterias
- 2.2.2 Naturaleza y funciones de la pared celular

2.3 Membrana celular
- 2.3.1 Composición
- 2.3.2 Propiedades físicas y químicas

2.4 Uniones intercelulares
- 2.4.1 Clasificación
- 2.4.2 Funciones de cada tipo

2.5 Fenómenos de transporte
- 2.5.1 Transporte pasivo
  - 2.5.1.1 Difusión simple
  - 2.5.1.2 Difusión facilitada
  - 2.5.1.3 Ósmosis
- 2.5.2 Transporte activo
  - 2.5.2.1 Bombas
  - 2.5.2.2 Cotransporte
  - 2.5.2.1 En masa

UNIDAD III. Bioenergética celular

Competencia:
Analizar el papel de las mitocondrias, los cloroplastos y sus componentes moleculares en la transformación de la energía, mediante la correlación de reacciones bioquímicas, para estructurar los procesos metabólicos, usando el pensamiento innovador y capacidad de organización

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1 Mitocondrias y conservación de la energía
- 3.1.1 Fundamentos de metabolismo y conservación de energía
- 3.1.2 Estructura de la mitocondria

3.2 Respiración celular y rendimiento energético
- 3.2.1 Glucolisis
- 3.2.2 Conversión de piruvato
- 3.2.3 Ciclo de Krebs
- 3.2.4 Cadena transportadora de electrones y gradiente de protones
- 3.2.5 Fosforilación oxidativa

3.3 Cloroplastos y pigmentos fotosintéticos

3.4 Fotosíntesis
- 3.4.1 Fase luminosa
- 3.4.2 Ciclo de Calvin

UNIDAD IV. Citoplasma y sistema endomembranoso

Competencia:
Examinar las estructuras celulares internas, comparando las funciones y composiciones de las células, para argumentar la importancia de la especificidad de los organelos en los procesos metabólicos, con orden y disposición.

Contenido: **Duración:** 5 horas

4.1 El citoplasma y el citoesqueleto
- 4.1.1 Microfilamentos, filamentos intermedios y microtúbulos
- 4.1.2 Cilios y flagelos

4.2 Estructuras internas de las células
- 4.2.1 Retículo endoplásmico
- 4.2.2 Complejo de Golgi
- 4.2.3 Lisosomas, glioxisomas y peroxisomas
- 4.2.4 Vacuolas y vesículas

4.3 Sistemas de señalización
- 4.3.1 Hormonas: mecanismo de acción
- 4.3.2 Neurotransmisores: mecanismo de acción

UNIDAD V. Desarrollo, herencia y genética molecular

Competencia:
Interpretar procesos celulares de desarrollo normal y patológico, aplicando conceptos básicos de genética molecular en eucariotes y procariotes para explicar fenómenos biológicos relacionados con el ciclo y muerte celular, con objetividad y pensamiento crítico.

Contenido: **Duración:** 7 horas

5.1 Genoma procariótico
- 5.1.1 Estructura y función del cromosoma bacteriano
- 5.1.2 Tipos de RNA
- 5.1.3 Plásmidos

5.2 Núcleo eucariótico
- 5.2.1 Estructura y fisiología del núcleo eucariótico
- 5.2.2 Replicación, transcripción y traducción de la información genética en eucariotas

5.3 Ciclo celular
- 5.3.1 Fases
- 5.3.2 Replicación, transcripción y traducción del DNA

5.4 Mitosis
5.5 Meiosis
5.6 Leyes de Mendel y embriogénesis
5.7 Cáncer y apoptosis

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Categorizar las distintas macromoléculas, a través de diagramas, para identificar las nomenclaturas posibles, con procedimiento metodológico y trabajo colaborativo.	Desarrolla un cuadro sinóptico de las clasificaciones de las macromoléculas Completa un diagrama con ejemplos de cada uno Ordena nomenclaturas de cada macromolecula. Entrega el diagrama.	Diagramas sin llenar, Hoja de trabajo	3 horas
2	Distinguir los componentes de un sistema de retroalimentación, a partir del desglose de un ejemplo en el organismo, para probar la homeostasis celular, de forma analítica y ordenada.	Identifica una condición controlada de un sistema orgánico Evalúa el proceso de homeostasis Establece el tipo y los componentes del sistema de retroalimentación Elabora y entrega un diagrama de flujo.	Bibliografía Hoja de trabajo	3 horas
UNIDAD II				
1	Reconocer la permeabilidad selectiva de las membranas biológicas, así como los procesos de ósmosis celular, utilizando distintos materiales permeables, para entender el papel de las	Identifica la permeabilidad selectiva de membranas celulares naturales y artificiales, utiliza bolsas de propileno, cebollas y pasas, sumerge en diferentes soluciones salinas.	Proyector Computadora Pizarrón blanco y marcadores Hoja de trabajo bolsas de propileno, cebollas y pasas y soluciones salinas	3 horas

	membranas biológicas, con una actitud objetiva.	Evalúa el efecto de la temperatura en los procesos de difusión celular. Justifica las observaciones de procesos de permeabilidad celular y entrega reporte por equipo o individual.		
2	Evaluar la composición de las envolturas celulares, por medio del diseño hipotético de medicamentos, para demostrar la importancia de las estructuras que las forman, con pensamiento innovador.	Identifica y numera los componentes estructurales de cada tipo de envoltura Evalúa un proceso infeccioso de un microorganismo Diseña un medicamento (el mecanismo de acción) que ataque la envoltura celular del microorganismo o proteja la envoltura celular de la célula infectada Justifica y defiende el mecanismo de acción del medicamento Entrega hoja de trabajo.	Bibliografía patológica Hoja de trabajo (opcional) proyector para procesos infecciosos determinados	2 horas
3	Relacionar los tipos de transporte transmembrana con sus características, mediante el análisis de los componentes de membrana, para explicar la función celular organizando sus propiedades, de forma analítica y congruente.	Enlista las características de cada tipo de transporte transmembrana, realiza el análisis de los componentes de la misma. Relaciona los nombres con los enunciados de funcionalidad Entrega relación de transportes.	Proyector Marcadores Hoja de trabajo	2 horas
4	Identificar las uniones intercelulares, por medio del análisis de sus componentes, para comprender los principios de formación de tejidos, de manera deductiva y objetiva.	Contesta los enunciados con el nombre de la unión intracelular correspondiente. Resuelve el crucigrama y entrega.	Hoja de trabajo (crucigrama)	1 hora
UNIDAD III				

1	Distinguir los pasos de glucólisis y ciclo de KREBS, a través de la agrupación de las reacciones bioquímicas, para evaluar el rendimiento energético, de forma ordenada y analítica	Ordena los recortes de las moléculas, grupos fosfato, NADH y enlaces Conecta a manera de diagrama cada molécula en secuencia Redacta el proceso detallado de glucólisis con su respectivo rendimiento energético Entrega diagrama.	Recortes de moléculas Marcadores Pizarrón Hoja de trabajo Cinta adhesiva	2 horas
2		Ordena los enunciados y agrega los nombres de las moléculas participantes que faltan, redactando el resumen energético de cada proceso Entrega hoja de trabajo.	Proyector Hoja de trabajo	2 horas
3		Ordena los recortes de las moléculas, grupos fosfato, NADH, $FADH_2$, CO_2 y enlaces. Conecta a manera de diagrama cada molécula en secuencia del ciclo Redacta el proceso detallado de ciclo de Krebs con su respectivo rendimiento energético Entrega hoja de trabajo.	Recortes de moléculas Marcadores Pizarrón Hoja de trabajo Cinta adhesiva	2 horas
4	Distinguir los pasos de la respiración celular y la fosforilación oxidativa, a través de la agrupación de las reacciones bioquímicas, para evaluar el rendimiento energético, de forma ordenada y analítica	Escribe los nombres en el diagrama aportado de cada complejo proteico participante Redacta el transporte secuencial de los electrones usando los complejo proteicos Demuestra el rendimiento energético total Entrega diagrama.	Diagrama de trabajo en papel	2 horas
5		Diseña una estrategia lúdica (dominó de procesos) enlistando cada proceso y sus respectivas reacciones bioquímicas, genera	Tarjetillas de papel en blanco para cada paso (44 totales por equipo) Colores Apuntes de cuaderno	2 horas

		diagramas moleculares (dibujos o diagrama de flujo) con la respectiva descripción redactada. Participa en actividad.		
6	Calcular el rendimiento energético de la respiración celular, utilizando los rendimiento netos de cada fase, para la solución de problemas, con pensamiento analítico	Evalúa las cantidades iniciales de glucosa, desarrolla el rendimiento neto para cada fase, llena una tabla con las cantidades de ATP, NADH y $FADH_2$, calcula el total para cada cantidad de glucosa. Entrega hoja de trabajo	Hoja de trabajo con tablas y cantidades distintas de glucosa	2 horas
UNIDAD IV				
1	Organizar los componentes del sistema endomembranoso, comparando sus funciones y características, para integrar la función celular, de manera colaborativa y metodológica	Diseña una estrategia lúdica (memoria de organelos) categorizando cada organelo o estructura con sus funciones y características Distribuye de manera aleatoria funciones-características y nombre de un mismo componente para generar los grupos de cartas Entrega fichas bibliográgicas.	Fichas bibliográficas vacías (o material similar) aprox. 50 Hoja de trabajo	2 horas
UNIDAD V				
1	Identificar elementos básicos sobre la importancia de los descubrimientos en el área de genética celular y molecular, mediante la búsqueda de información bibliográfica, para entender como eventos históricos han contribuido al desarrollo de la biología celular, con una actitud objetiva y respetuosa.	Realiza infografía de genética celular y molecular Elabora una presentación mediante trabajo en equipo Contesta preguntas reflexivas de sus compañeros de clase Participa en equipos.	Proyector Computadora Pizarrón y marcadores	2 horas
2	Explicar el desarrollo correcto o incorrecto del ciclo celular, a partir de la evaluación de síndromes	Busca información detallada de algunos síndromes genéticos y su proceso embrionario	Cuestionario Libros digitales o físicos	2 horas

	genéticos, para justificar la regulación celular en la reproducción, de forma respetuosa a la vida	Elabora una tabla comparativa entre desarrollo normal y anormal del ciclo celular Contesta las preguntas reflexivas y entrega cuestionario.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Técnica expositiva con apoyo de TIC, desarrollo de ejercicios prácticos, atención a dudas, estrategias grupales para solución de ejercicios o introducción de nuevos conceptos.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Discusión en comunidad de investigación, elaboración de esquemas y mapas mentales, lecturas y ensayos, desarrollo de tareas y trabajos de investigación, esquemas de procesos a forma de mapa mental o conceptual, investigaciones documentales, ejercicios de taller escritos.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)……..30%
- Evidencia de desempeño ……..40%
  (dos maquetas, una que represente la estructura de una célula ecucariota y una célula procariota, la cual debe contener todas las estructuras y representar las funciones que desempeña cada una)
- Participación……. 30 %
- (exposiciones, trabajo en clase, hojas de trabajo, diagramas)

Total…100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Alberts, B., Johnson A., Lewis, J., Raff M., Roberts, K. y Walter, P. (2016). *Biología molecular de la célula* (6ª ed.). Barcelona, españa. Ediciones Omega.

Alberts B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. y Walter, P. (2011). *Introducción a la biología celular*. Editorial Médica Panamericana (3ª ed.). Recuperado de https://www.medicapanamericana.com/digital/ebooks/

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M. y Walter, P. (2017). *Fundamentos da biologia celular* (4ª ed.). Brasil: Artmed Editora

Becker, W. M., Kleinsmith, L. J., Hardin, J. y Bertoni, G. P. (2012). *The world of the cell* (8ª ed.). Estados Unidos: Benjamin/Cummings. [clásica]

Karp, G. (2011). *Biología celular y molecular: conceptos y experimentos* (6ª ed.). México: McGraw-Hill Interamericana

Karp, G., Iwasa, J., Marshall, W. y Palacios Martínez, J. R. [tr.]. (2014). *Biología celular y molecular: conceptos y experimentos* (5ª ed.). México: McGraw-Hill

Krebs, J. E., Kilpatrick, S. T. y Goldstein, E. S. (2014). *Lewin's genes XI*. Burlington, Estados Unidos: Editorial Jones & Bartlett Learning.

Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., y Scott, M. P. (2016). *Biología celular y molecular* (7ª ed.). Editorial Médica Panamericana [clásica]

Complementarias

Avers, Ch. (1991). *Biología Celular* (2ª ed.). México: Grupo Editorial Iberoamericana. [clásica]

Bian, Q. y Cahan, P. (2016). Computational Tools for Stem Cell Biology. *Trends in Biotechnology 34*(12), 993-1009. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.05.010

Freifelder, D. (1998). *Essentials Molecular Biology* (3ª ed.). Estados Unidos: Ed. Jones and Bartlett Publishers. [clásica]

Lackie, J.M. (2013). *The dictionary of cell and molecular biology* (5ª ed.). Waltham, Estados Unidos: Academic Press

Paniagua, R., Nistal, M., Sesma, P., Álvarez-Uria, M., Fraile, B., Anadón, R., Sáez, F. J. y De Miguel, M. P. (1999). *Biología Celular.* Madrid, España: McGraw-Hill. [clásica]

Pierce, B. A. (2016). *Genética Un enfoque conceptual* (5ª ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Rintoul, D., Welti, R., Lederman, M., Storrie, B. y Van Buskirk, R. (1995). *Student Companion for Molecular Cell Biology* (3a ed.). Estados Unidos: Scientific American Books.

Sheeler, P. y Bianchi, D.E. (1993). *Biología Celular. Estructura, Bioquímica y Función*. México: Limusa. [clásica]

Sperelakis, N. (1998). *Cell Physiology. Source Book* (2ª ed.). Estados Unidos: Academic Press. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título de Licenciado en Ingeniería, Biología, Química, Ciencias Ambientales o área afín o posgrado en ciencias naturales e ingeniería, o experiencia probada en el área. Se recomienda que tenga conocimientos disciplinarios y pedagógicos. Ser honesto, responsable, proactivos, promotor de la participación activa de los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Química Orgánica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Ana Leticia Iglesias	a. iglesias V° B°	Alejandro Mungaray Moctezuma	
Luis Jesús Villarreal Gómez		Humberto Cervantes de Ávila	
Viridiana Evangelista		María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En el presente curso se proporcionarán los fundamentos básicos de Química Orgánica referentes a las características de reactividad química de los compuestos orgánicos para relacionarla con las propiedades de biopolímeros de compatibilidad biológica usados en la producción de dispositivos biomédicos, materiales y catalizadores**.** En la carrera de Bioingeniería, estos conocimientos habrán de servir de base para asignaturas obligatorias como Bioquímica, Biomateriales y Biotecnología Ambiental.
La unidad de aprendizaje se encuentra ubicada en la etapa básica, es de carácter obligatorio y contribuye al área de conocimiento de Ciencias Básicas.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Comparar las características de los compuestos orgánicos mediante el análisis de su estructura, sus propiedades fisicoquímicas y su reactividad con el fin de realizar la selección adecuada para el diseño y producción de dispositivos biomédicos, materiales y catalizadores, con una actitud analítica, con respeto al medio ambiente y protección de la salud

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Portafolio de evidencias ejercicios resueltos sobre rutas de preparación de sustancias de importancia biológica. Informes de prácticas de laboratorio.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. GRUPOS FUNCIONALES, FORMACIÓN DE ENLACES Y ESTRUCTURA MOLECULAR

Competencia:
Relacionar la estructura de un compuesto orgánico con sus características físicas y grupos funcionales, mediante el análisis del proceso de hibridación del átomo de carbono y sus afinidades químicas para clasificar los compuestos orgánicos en función de su polaridad, solubilidad en agua, acidez, basicidad y aromaticidad, con curiosidad intelectual, responsabilidad por el autoaprendizaje y las habilidades de orientación espacial.

Contenido: **Duración: 8 horas**

1.1 Grupos funcionales y nomenclatura de compuestos orgánicos
1.2 Propiedades físicas generales de compuestos orgánicos
1.3 Hibridación de orbitales atómicos y formación de orbitales moleculares
1.4 Compuestos orgánicos con enlaces múltiples
1.5 Resonancia y aromaticidad

UNIDAD II. PROPIEDADES ÁCIDO-BÁSICAS Y ESTEREOQUÍMICA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

Competencia:
Distinguir los diferentes tipos de isómeros mediante la identificación de quiralidad, la aplicación de reglas de estereoquímica, así como las propiedades ácido-base, para analizar los efectos inductivos, estéricos y de resonancia sobre el comportamiento ácido y básico de los compuestos orgánicos y constatar la importancia biológica e industrial de las moléculas quirales, con pensamiento analítico e inferencial y orden.

Contenido: **Duración: 8 horas**

2.1 Teorías de ácidos y bases
2.2 Cálculo de las constantes de acidez y basicidad
2.3 Propiedades ácidas y básicas de grupos funcionales
2.4 Estereoisomería
2.5 Isomería óptica
2.6 Isomería geométrica

UNIDAD III. REACTIVIDAD DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

Competencia:
Comparar los diferentes tipos de reacciones que tienen lugar en los compuestos orgánicos, analizando las condiciones de reacción y la estructura de las moléculas para proponer mecanismos de reacción y rutas de síntesis química de compuestos orgánicos específicos, recurriendo al trabajo organizado, la búsqueda de información documental y el trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración: 6 horas**

3.1 Mecanismos de reacción
3.2 Reacciones de Adición
3.3 Reacciones de eliminación E_1 y E_2
3.4 Reacciones de sustitución SN_1 y SN_2
3.5 Reacciones de sustitución aromática electrofílica

UNIDAD IV. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS

Competencia:
Distinguir los diferentes grupos funcionales presentes en los compuestos orgánicos mediante el análisis de sus propiedades fisicoquímicas para proponer rutas de síntesis y transformación específicas para la producción de sustancias de interés biológico o industrial, con actitud crítica y responsabilidad hacia el medio ambiente.

Contenido: **Duración: 10 horas**

4.1 Propiedades fisicoquímicas y síntesis de alcoholes
4.2 Características fisicoquímicas y reacciones de síntesis y transformación de éteres y epóxidos
4.3 Propiedades fisicoquímicas y preparación de aldehídos y cetonas
4.4 Propiedades físicas y químicas, reacciones de síntesis y de transformación de ácidos carboxílicos
4.5 Características fisicoquímicas y reacciones sintéticas y de transformación de derivados de ácidos carboxílicos
4.6 Propiedades fisicoquímicas y preparación de compuestos aminados

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Distinguir los principales grupos funcionales de química orgánica, a través de su estructura química, para poder predecir las propiedades físicas y químicas de las moléculas orgánicas con actitud proactiva y paciencia.	Calcula la formula molecular de diversos compuestos orgánicos	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
2		Elabora una tabla con los principales grupos funcionales, y los identifica en moléculas con importancia biológica y/o comercial.	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
3	Identificar las formas de hibridación de carbono en un compuesto orgánico, mediante la representación tridimensional de una molécula orgánica elaborada con modelos atómicos, para distinguir entre los diferentes tipos de enlace químico, con razonamiento espacial y habilidad manual.	Con ayuda de modelos atómicos, el alumno construirá un modelo estructural de compuestos orgánicos sencillos para representar las diferentes formas de hibridación del átomo de carbono.	Modelos atómicos. Mesa de trabajo. Programas computacionales como Chem Draw	1 hora
4	Manejar las reglas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada para nombrar y escribir estructuras de compuestos orgánicos mediante la fórmula condensada o estructuras de línea, con orden y razonamiento analítico	Los alumnos nombrarán y escribirán compuestos químicos con base en las reglas de la UIPAC	Mesa de trabajo, ejercicio	1 hora
UNIDAD II				
5	Distinguir entre ácidos y bases, en base a su estructura química, para poder predecir la basicidad o acidez de las moléculas orgánicas,	Analiza la diferencia entre ácidos y bases, en base a su estructura química: efectos inductivos, resonancia. distingue el ácido y	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora

	con actitud analítica y positiva	base conjugado en una reacción acido-base		
6	Discernir la relación entre constante de acidez y pKa, mediante tablas y cálculos de Ka, para su empleo en la predicción de reacciones ácido-base, con razonamiento analítico y matemático.	Realiza cálculos de pKa, Ka; utiliza las tablas de pKa para la predicción de reacciones ácido-base	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
7	Distinguir los diferentes tipos de estereoisómeros, para ver como la isomería y la distribución espacial afecta la reactividad y función de los compuestos orgánicos a través de modelos atómicos o dibujo de estructuras tridimensionales con actitud crítica y ordenada.	Resuelve ejercicios para diferenciar los diasteromeros, *cis-trans y EZ* en alquenos e isomería *cis- trans en* cicloalcanos. .	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
8		Identifica centro estereogenicos o quirales de una molécula para nombrar e identificar los respectivos enantiomeros con su designación R y S. Reconoce los compuestos meso y actividad óptica	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
UNIDAD III				1 hora
9	Distinguir entre los diferentes tipos de reacciones químicas, para predecir el comportamiento de las moléculas orgánicas, bajo diferentes condiciones de reacción con actitud analítica y observadora	Elabora una tabla con los diferentes tipos de reacciones químicas, resuelve ejercicios para identificar cada tipo de reacción.	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
10		Resuelve ejercicios que ejemplifiquen los diferentes tipos de reacciones de eliminación: deshidratación de alcoholes (E_1), deshidrohalogenacion (E_2).Estudia la adición de moléculas pequeñas a enlaces insaturados,	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
11		Elabora una tabla con las condiciones de reacción que favoreces las SN_1 y SN_2, así como los sustituyentes que activan o desactivan el anillo aromático en	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora

		las reacciones de sustitución electrofilica aromática. Resuelve ejercicios de reacciones de sustitución		
UNIDAD IV				
12	Analizar y comparar las reacciones de síntesis y reactividad de los grupos funcionales oxigenados y aminados, a través de diferentes mecanismos de reacción como sustitución, eliminación, adición para predecir los posibles producto de la reacción, con actitud integradora, analítica y orden	Resuelve ejercicios de síntesis y reactividad de alcoholes, éteres, aldehído y cetonas,	Mesa de trabajo, lápiz, papel	2 horas
13		Resuelve ejercicios de síntesis y reactividad de ácidos carboxílicos y sus derivados	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora
14		Resuelve ejercicios de síntesis y reactividad de compuestos nitrogenados como aminas y amidas.	Mesa de trabajo, lápiz, papel	1 hora

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Conocer las medidas de seguridad e higiene del laboratorio, así como la estructura del manual de prácticas, para el adecuado trabajo y seguridad de los usuarios, a través del reglamento de laboratorio y el manual de prácticas con orden y respeto hacia otras personas, las instalaciones y el medio ambiente.	Conoce el reglamento de laboratorio, que incluye reglas de seguridad e higiene, así como el manual de prácticas de laboratorio.	Manual de prácticas de laboratorio, bitácora de registro de usuarios, reglamento de laboratorio	2 horas
2	Conocer las principales características y estructura de los manuales de referencia (handbook) para la búsqueda de constantes físicas de compuestos orgánicos, a través del manejo de manuales de referencia impresos o digitales como CRC, con paciencia y orden.	Realiza una búsqueda de constantes físicas de los compuestos orgánicos en bases de datos electrónicos y en línea	Equipo para determinar punto de fusión, tubos capilares, tubo thiele, termómetro, mechero Bunsen, soporte universal con pinzas, tubos de ensaye, pipetas Pasteur, equipo de destilación simple, pinzas para tubo de ensaye, embudo Buchner, matraz Kitazato, papel filtro, pHmetro, papel pH, placa de calentamiento con agitación magnética, pinzas de tres dedos, matraz bola, barra de agitación magnética y material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc).	2 horas
3	Describir las principales propiedades físicas de los compuestos, a través de la determinación de punto de fusión	Comprueba el punto de fusión de una sustancia pura. Explica el efecto que tiene una impureza sobre el punto de fusión de un	Aparato para determinar punto de fusión, Capilares, 1 Vaso de precipitado 100 ml, Vidrio de reloj, Espátula	2 horas

	de un compuesto sólido, para conocer la pureza e identidad de las moléculas orgánicas, con minuciosidad, orden y trabajo en equipo.	compuesto. Demuestra la identidad de una sustancia desconocida, en base a su punto de fusión.		
4	Determinar el punto de ebullición de un líquido para comprobar la identidad de una sustancia desconocida, a través de un método macro o micro de determinación de punto de ebullición, con actitud proactiva y orden.	Confirma el punto de ebullición de una muestra líquida. Determina la identidad de una sustancia desconocida, en base a su punto de ebullición	Tubo Thiele, Tubos capilares, Termómetro, Mechero bunsen, Pinzas para Soporte Universal, Soporte Universal, Tubos de ensayo, Pipeta Pasteur	2 horas
5	Describir el proceso de destilación, mediante el ensamblaje de un equipo de destilación simple, para la separación de dos líquidos miscibles, con cuidado, orden y trabajo en equipo.	Separar una mezcla de líquidos miscibles, a través del proceso de destilación simple	Equipo de destilación simple, termómetro, mezclas de disolventes orgánicos	4 horas
6	Diferenciar los principales grupos funcionales en química orgánica, en base a reacciones típicas de identificación químicas y sus propiedades físicas, para distinguir y comprobar las propiedades de cada grupo funcional, con actitud analítica y observadora.	Identifica los principales grupos funcionales como alcanos, alquenos, alcoholes y ácidos carboxílicos. Determina la identidad de una muestra problema.	Ácido acético, Isopropanol, Etanol, Metanol, Octanol, Acetona, Solución Bromo/Cloroformo, Ácido sulfúrico concentrado, Sodio metálico, Ácido clorhídrico HCl (1M), Alcohol Amílico, Solución de Permanganato de potasio (0.1M), Ciclohexano. Ciclohexeno, tubos de ensayo, Pinzas para tubo de ensayo, Mechero bunsen	4 horas
7	Aplicar los principios de reacciones de eliminación, para la obtención y comprobación de alquenos mediante la deshidratación de alcoholes terciarios, para la síntesis e identificación de enlaces insaturados, con actitud crítica,	Obtiene el 2-metil-2-buteno o amileno, mediante la reacción de deshidratación de un alcohol terciario como el ter-amílico (2-metil-2 butanol), comprueba la presencia de alquenos con adición de bromo o $KMnO_4$ al doble enlace	Ácido Sulfúrico,2-metil-2-butanol,Solución de Br_2/Cloroformo, Solución de $KMnO_4$ (0.1M), Solución de NaOH (10%).\, Sulfato de sodio anhidro Na_2SO_4, Equipo de destilación simple, vidriería de laboratorio	2 horas

	orden y trabajo en equipo.			
8	Diferenciar entre los diferentes grupos con función carbonilo, mediante las principales pruebas de reactividad química, para predecir el comportamiento del grupo en moléculas orgánicas y distinguirlo de otras funciones oxigenadas como alcoholes, con visión integradora y dresponsabilidad.	Realiza pruebas de identificación de los principales grupos carbonilo como aldehídos, cetonas, esteres y ácidos carboxílicos,	Diversos aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos, metanol, etanol, isopropanol, papel pH, bicarbonato de sodio, terbutanol, solución de Fehling A y Fehling B, Cloruro de Zn, vidriería de laboratorio,	4 horas
9	Preparar polímeros, fármacos, u otros productos de interés bioingenieril, mediante reacciones de polimerización, esterificación, para aplicaciones en área de la bioingeniería,	Efectuar la reacción de esterificación de un fenol, ejemplificado con la transformación de ácido salicílico a ácido acetilsalicílico (aspirina) mediante la reacción del grupo hidroxilo del ácido salicílico por acción del anhídrido acético con ácido sulfúrico (catalizador)	Aparato para determinar punto de fusión, embudo Buchner, matraz Kitasato de 250 ml, Papel filtro, Papel pH, parrilla eléctrica con agitación, 2 pinzas de "3 dedos", capilar, soporte universal, matraz bola, mosca de agitación, termómetro. Vidriería general	4 horas
10		Síntesis de polímeros: Nylon o obtención de dibenzil teraftalato a partir de PET	Vidriería genera, plancha de calentamiento, termómetro	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Uso de técnicas expositivas con apoyo del pizarrón, material audiovisual y modelos moleculares, resolución de ejercicios en clase y extraclase, trabajos de investigación bibliográfica, prácticas e informes de laboratorio

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El alumno se involucra en su proceso de formación a través de diversas estrategias que incluyen: Trabajo en equipo, desarrollo de tareas y trabajos de investigación, resolución de problemas y ejercicios, elaboración de informes de laboratorio.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Exámenes……50%
- Informes de laboratorio…… 25%
- Evidencia de desempeño..... …….25%
  (tareas 10%, ejercicios 15%)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Carey, F.A., y Giuliano, R.M. (2014). *Química Orgánica* (9ª ed.). México: McGraw Hill.

McMurry, J. (2018). *Química Orgánica* (9ª ed.). México: Cengage.

Solomons, T. W. G., y Fryhle, C. B. (2019). *Química orgánica*. México: Editorial Limusa.

Wade, L. G. (2011). *Química orgánica* (7ª ed.). México: Pearson.

Weeks, D.P. (2013). *Pushing Electrons: A Guide for Students of Organic Chemistry.* Estados Unidos: Cengage Learning. [clásica]

Complementarias

Bruice, P. Y. (2006). *Essential organic chemistry*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Pearson Prentice Hall.

Karty, J. (2011). *Get Ready for Organic Chemistry*. San Francisco: Pearson.

Klein, D. R. (2011). *Organic Chemistry I as a Second Language: Translating the Basic* Concepts (3ª ed.). Nueva Jersey, Estados Unidos: Wiley.

Mcmurry, J. (2016). *Química orgánica* (9ª ed.). Estados Unidos: Cengage. Recuperado de https://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/reader.action?docID=5045272&query=quimica+organica

Recio del Bosque, F.H. (2013). *Química orgánica* (4ª ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado de http://site.ebrary.com/lib/uabcsp/detail.action?docID=10747942&p00=organic+chemistry

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta Unidad de Aprendizaje debe poseer formación en el área de la Química, o Ingeniería afín, posgrado en Ciencias o Ingeniería. Se recomienda que tenga como mínimo dos años de experiencia profesional y de docencia en el área, conocimientos pedagógicos actualizados y dominio de las técnicas básicas de laboratorio de química. Además, debe manejar las tecnologías de la información, ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, tolerante, con un alto sentido de la ética y vocación de servicio a la enseñanza

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Fisicoquímica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
José Luis Becerra Buenrostro	
David Cervantes Vásquez	
Ana Leticia Iglesias	
Luis Jesús Villarreal Gómez	

Fecha: 31 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de este curso es aplicar las leyes de la física y los principios de la química para analizar los procesos que ocurren en sistemas químicos y biológicos. El estudiante podrá describir, explicar y cuantificar los cambios físicos y químicos de la materia a través de las leyes de la termodinámica y la aplicación de modelos cinéticos; determinar parámetros fisicoquímicos de soluciones y aplicar los principios básicos de la electroquímica en reacciones redox; mediante análisis matemáticos, instrumentación y métodos teórico-prácticos, con disposición al trabajo en equipo y respeto a la vida y al medio ambiente. Este curso pertenece al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería, se imparte durante la etapa básica y es obligatorio. Se recomienda tener conocimientos de química, álgebra, cálculo.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los parámetros fisicoquímicos que gobiernan las propiedades y el comportamiento de sistemas químicos y biológicos mediante la implementación de modelos matemáticos, herramientas de cálculo e instrumentos de laboratorio para resolver problemas cotidianos y de ingeniería con pensamiento analítico, disposición al trabajo en equipo y respeto al medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

- Compendio de problemas resueltos donde el alumno aplica los principios fisicoquímicos abordados en clase. Cada unidad tiene una selección de problemas a resolver que deben ser entregados en hojas blancas; debe contener portada y los problemas resueltos a mano (se debe indicar el enunciado del problema junto con su resolución).

- Compendio de informes de laboratorio en formato electrónico donde el alumno reporta el desarrollo y los resultados obtenidos durante las prácticas de laboratorio. Debe contener: portada, marco teórico, la competencia de la práctica, los materiales, equipos y reactivos requeridos, la metodología realizada, cálculos, resultados, discusión de resultados, conclusiones y bibliografía.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a la fisicoquímica

Competencia:
Comprender los componentes de un sistema termodinámico y los principios teóricos que gobiernan el comportamiento de los gases, mediante modelos matemáticos y herramientas de cálculo para resolver problemas de ingeniería, con pensamiento analítico y trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 El campo de acción de la fisicoquímica
1.2 Definición de un sistema termodinámico
    1.2.1 Tipos de sistemas y fronteras
    1.2.2 Propiedades termodinámicas
    1.2.3 Tipos de procesos termodinámicos
1.3 Comportamiento físico de los gases
    1.3.1 Ley de Boyle
    1.3.2 Ley de Charles y de Gay-Lussac
    1.3.3 Ley de Avogadro
    1.3.4 Ecuaciones de estado
    1.3.5 Ecuación de gas ideal
    1.3.6 Ley de Dalton de las presiones parciales
    1.3.7 Estequiometría de gases
1.4 Gas reales
    1.4.1 Desviación del comportamiento ideal
    1.4.2 Ecuación de Van der Waals
    1.4.3 Condensación de gases y estado crítico
    1.4.4 Diagramas de fase
    1.4.5 Presión de vapor

UNIDAD II. Termodinámica

Competencia:
Describir y cuantificar los cambios energéticos que ocurren en sistemas químicos y biológicos a través de las leyes de la termodinámica para analizar procesos industriales y metabólicos, con actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 7 horas

2.1 Definición de energía
- 2.1.1 Cambios de energía en las reacciones químicas
- 2.1.2 Calor y Trabajo
- 2.1.3 Proceso reversible e irreversible
- 2.1.4 Calor específico y capacidad calorífica

2.2 Primera Ley de la Termodinámica
- 2.2.1 Energía interna
- 2.2.2 Entalpía
- 2.2.3 Calorimetría

2.3 Termoquímica
- 2.3.1 Condiciones estándar
- 2.3.2 Ley de Hess

2.4 Segunda y Tercera Ley de la Termodinámica
- 2.4.1 Entropía
- 2.4.2 Energía libre de Gibbs
- 2.4.3 Entalpía absoluta
- 2.4.4 Energía de Helmholtz
- 2.4.5 Espontaneidad de reacciones metabólicas

UNIDAD III. Propiedades fisicoquímicas de las disoluciones

Competencia:
Determinar el efecto de partículas y moléculas químicas actuando como soluto en disoluciones, a través de modelos matemáticos, para analizar las propiedades fisicoquímicas de diversos fluidos de interés industrial y fisiológico, con actitud proactiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 7 horas

3.1 Soluciones químicas
- 3.1.1 Sistemas para expresar concentración

3.2 Soluciones no electrolíticas
- 3.2.1 Soluciones ideales
- 3.2.2 Potencial químico
- 3.2.3 Ley de Raoult
- 3.2.4 Soluciones reales
- 3.2.5 Coeficiente de actividad
- 3.2.6 Ley de Henry

3.3 Propiedades coligativas
- 3.3.1 Reducción de la presión de vapor
- 3.3.2 Elevación del punto de ebullición
- 3.3.3 Descenso del punto de congelación
- 3.3.4 Presión osmótica

3.4 Soluciones electrolíticas
- 3.4.1 Conductancia
- 3.4.2 Coeficiente de actividad iónica
- 3.4.3 Teoría de Debye-Hückel de los electrolitos
- 3.4.4 Fuerza iónica
- 3.4.5 Solubilidad de proteínas y fuerza iónica

UNIDAD IV. Equilibrio químico y cinética química

Competencia:
Calcular la composición química en equilibrios dinámicos y la velocidad de reacción de sistemas químicos aplicando los fundamentos termodinámicos y modelos cinéticos para determinar los rendimientos de producción y caracterizar reacciones químicas de interés industrial y bioquímico, con visión integradora y pensamiento crítico.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1 Equilibrio químico
- 4.1.1 Equilibrio homogéneo, heterogéneo y múltiple
- 4.1.2 Cociente de reacción
- 4.1.3 Estequiometría de reacciones en equilibrio

4.2 Factores que afectan el equilibrio
- 4.2.1 Principio de Le Châtelier

4.3 Equilibrios de solubilidad
- 4.3.1 Regla de solubilidad
- 4.3.2 Factores que afectan la solubilidad

4.4 Cinética química
- 4.4.1 Velocidad de reacción y estequiometría
- 4.4.2 Ley de rapidez y orden de reacción
- 4.4.3 Modelo de reacción de orden cero, primer, segundo y tercer orden

4.5 Energía de activación
- 4.5.1 Ecuación de Arrhenius

4.6 Factores que afectan la velocidad de reacción
- 4.6.1 Catálisis

UNIDAD V. Electroquímica

Competencia:
Describir las reacciones de transferencia de electrones entre especies químicas aplicando los principios de la electroquímica para caracterizar reacciones de óxido-reducción en procesos industriales y sistemas biológicos, con actitud analítica y objetividad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1 Electroquímica
- 5.1.1 Oxidación y reducción de compuestos orgánicos e inorgánicos
- 5.1.2 Balanceo de ecuaciones redox

5.2 Celdas galvánicas
- 5.2.1 Configuración y notación de celdas galvánicas
- 5.2.2 Fuerza electromotriz
- 5.2.3 Potencial estándar de reducción
- 5.2.4 Electrodo de pH

5.3 Termodinámica de las reacciones redox
- 5.3.1 Espontaneidad de las reacciones redox
- 5.3.2 Ecuación de Nerst
- 5.3.3 Celdas de concentración

5.4 Reacciones redox de importancia biológica

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Clasificar sistemas y procesos cotidianos y especializados utilizando un enfoque termodinámico para establecer la metodología de solución de problemas, con actitud reflexiva y objetividad.	Inspecciona los parámetros de sistemas: tipo de frontera e intercambio de materia y energía, en ejemplos prácticos. Concluye objetivamente el tipo de sistema que es y los procesos termodinámicos involucrados.	Hoja de ejercicios proporcionado por el docente.	1 hora
2	Determinar el comportamiento de componentes gaseosos en diferentes sistemas y condiciones mediante las leyes de los gases y los modelos matemáticos para resolver problemas asumiendo comportamiento ideal o real con pensamiento analítico y perseverancia.	Utiliza los fundamentos teóricos y los modelos matemáticos que competen a gases ideales y reales para la resolución de problemas.	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente. Calculadora. Apuntes de clase. Tabla periódica.	2 horas
UNIDAD II				
3	Calcular los cambios energéticos en sistemas termodinámicos a través de los conceptos de energía, trabajo, energía interna y entalpía para la resolución de problemas con pensamiento crítico y precisión numérica.	Aplica los fundamentos teóricos y análisis matemáticos relativos a la primera ley termodinámica para la resolución de problemas.	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente. Calculadora. Apuntes de clase. Formulario generado por el alumno. Tabla periódica. Tablas de datos termodinámicos.	2 horas
	Calcular los cambios energéticos	Aplica los fundamentos teóricos y	Hoja de ejercicios proporcionada	2 horas

4	en sistemas termodinámicos y espontaneidad de procesos a través de los conceptos de entropía, energía de Gibbs y Helmholtz para la resolución de problemas con pensamiento crítico, precisión numérica y objetividad.	análisis matemáticos relativos a la segunda y tercera ley termodinámica para la resolución de problemas.	por el docente. Calculadora. Apuntes de clase. Tabla periódica. Formulario generado por el alumno. Tablas de datos termodinámicos.	
UNIDAD III				
5	Calcular el potencial químico y coeficientes de actividad de soluciones no electrolíticas ideales y reales mediante la ley de Raoult y Henry para analizar sus propiedades fisicoquímicas con actitud proactiva y razonamiento analítico.	Analiza parámetros fisicoquímicos de soluciones no electrolíticas ideales y reales a partir de su composición para resolver ejercicios.	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente. Calculadora. Apuntes de clase. Tabla periódica. Formulario generado por el alumno.	2 horas
6	Calcular la conductancia y fuerza iónica de soluciones electrolíticas aplicando los fundamentos teóricos de partículas iónicas en disolución y la teoría de Debye-Hückel para analizar sus propiedades fisicoquímicas con actitud proactiva y razonamiento analítico.	Analiza parámetros fisicoquímicos de soluciones electrolíticas a partir de la presencia de partículas químicas con carga eléctrica en su composición para resolver ejercicios.	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente. Calculadora. Apuntes de clase. Formulario generado por el alumno. Tabla periódica.	2 horas
UNIDAD IV				
7	Calcular el rendimiento de reacciones a través del concepto de equilibrio químico y cociente de reacción para conocer la composicipon de un sistema termodinámico con actitud propositiva y analítica.	Resuelve ejercicios donde se calcula la proporción de reactivos y productos en reacciones químicas en el punto de equilibrio.	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente. Calculadora. Apuntes de clase. Formulario generado por el alumno. Tabla periódica.	1 hora
8	Determinar el orden de reacción y energía de activación de	Resuelve ejercicios donde se analizan datos de cinéticas	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente.	1 hora

	reacciones químicas mediante modelos cinéticos para estimar tiempos de reacción y rendimientos con razonamiento analítico y precisión matemática.	químicas para determinar su orden de reacción y energía de activación.	Calculadora. Apuntes de clase. Formulario generado por el alumno.	
UNIDAD V				
9	Generar expresiones balanceadas de reacciones redox aplicando fundamentos teóricos de electroquímica para caracterizar casos prácticos que involucran compuestos orgánicos e inorgánicos, con actitud propositiva y analítica.	Resuelve ejercicios donde determina números de oxidación de especies químicas, el agente oxidante y reductor. Balancea reacciones químicas por el método de medias reacciones en medio ácido y alcalino.	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente. Apuntes de clase. Tabla periódica.	1 hora
10	Describe la configuración de celdas electroquímicas inspeccionando las especies químicas involucradas y sus respectivos potenciales estándar de reducción para calcular la fuerza electromotriz, con actitud propositiva y analítica.	Resuelve ejercicios donde calcula la FEM de celda utilizando los fundamentos de electroquímica y la ecuación de Nerst.	Hoja de ejercicios proporcionada por el docente. Apuntes de clase. Tabla de potenciales estándar de reducción.	1 hora
11	Aplica los fundamentos de la electroquímica analizando las reacciones del ciclo de Krebs para resaltar la importancia de las enzimas, moléculas energéticas biológicas y productos secundarios, con actitud reflexiva y visión integradora.	Analiza cada uno de los pasos en el ciclo de Krebs, indicando si las moléculas involucradas sufren un proceso de oxidación o reducción. Realiza un balance energético final del ciclo de Krebs.	Hoja de actividad generada por el docente. Apuntes de clase.	1 hora

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Comprender y seguir los lineamientos de seguridad e higiene en el laboratorio, a través de la revisión de la práctica 1, el reglamento interno de laboratorio y protocolos de evacuación, para desarrollar las prácticas de manera óptima con sentido de responsabilidad, cuidado de la integridad propia, de las instalaciones y del medio ambiente.	Se revisa a profundidad los lineamientos de seguridad en el laboratorio, se da un recorrido por las instalaciones, se revisan protocolos de evacuación, señalética, identificación de riesgos de sustancias químicas y elementos de seguridad con que se cuenta como son extintores, regaderas y lavaojos de emergencia, entre otros.	Práctica de laboratorio 1, bitácora de laboratorio, reglamentos de seguridad, protocolos de evacuación, compendio de hojas de seguridad, compendio de manuales de equipos, cualquier otro documento sobre seguridad en el laboratorio.	4 horas
2	Describir y relacionar el efecto sobre gases al modificar la presión, volumen o temperatura del sistema, mediante el simulador Phet (Interactive simulations), para predecir el comportamiento del sistema con pensamiento crítico y reflexivo.	Se utiliza el simulador Phet (Interactive simulations) y se somete una cantidad conocida de moléculas de gases a procesos de expansión, compresión, transferencia de calor, mezcla, se extrae gráficas y estadísticas sobre los parámetros del sistema. https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/gas-properties	Bitácora de laboratorio, Laboratorio de cómputo o laptops individuales, cañón proyector.	2 horas
3	Aplicar y relacionar las técnicas de estequiometría y leyes de los gases mediante una reacción sencilla con desprendimiento de un gas, para determinar el rendimiento de producción y describir el sistema gaseoso, con disposición al trabajo en equipo y pensamiento analítico.	Se hace reaccionar una tableta de Alka-Seltzer en agua dentro de un matraz Kitasato conectado mediante una manguera a una probeta llena de agua e invertida dentro de una bandeja con agua. El gas producido viaja por la manguera y pasa al interior de la probeta desplazando el agua del interior. A partir del volumen de gas generado se realiza un análisis gravimétrico, se determina el rendimiento de producción, y se	Bitácora de laboratorio, balanza analítica, matraz Kitasato, tapón de hule, manguera de látex, tableta de Alka-Seltzer, agua purificada, probeta de 500 mL y una bandeja de plástico.	2 horas

		describen el sistema gaseoso asumiendo comportamiento de gas ideal.		
UNIDAD II				
4	Construir y caracterizar un calorímetro utilizando material de fácil adquisición para realizar mediciones calorimétricas a presión constante con actitud proactiva y disposición al trabajo en equipo.	Se determina la masa de un vaso de poliestireno con capacidad mínima de 250 mL y se introduce en otro vaso semejante. Al tapón de corcho se le realiza una perforación para introducir un termómetro y se tapa el primer vaso, constituyendo el calorímetro. Posteriormente, se introduce 100 mL de agua a temperatura ambiente y se registra la temperatura cuando llega al equilibrio térmico. Se calienta 100 mL de agua a 70 ^{o}C, se introduce al calorímetro, se mezcla suavemente y se registra la lectura del termómetro 30 segundos hasta alcanzar el equilibrio térmico. Se grafica Temperatura vs tiempo y se calcula la capacidad calorífica del calorímetro. Repetir los pasos anteriores hasta obtener tres valores de capacidad calorífica utilizando agua a diferentes temperaturas.	Vasos de poliestireno, termómetro, tapón de corcho, parrilla de calentamiento, probeta de 250 mL y agua destilada.	2 horas
5	Medir experimentalmente el calor liberado o absorbido en los procesos de disolución y neutralización empleando un calorímetro a presión constante para determinar los cambios de entalpía con pensamiento analítico y disposición al trabajo en equipo.	Se utiliza el calorímetro caracterizado en la práctica anterior para preparar soluciones 1.0 M de: cloruro de calcio, sulfato de magnesio y cloruro de potasio; así mismo se lleva a cabo una reacción de neutralización mezclando 50 mL de ácido hidróxido de sodio 1.0 M y 50 mL de ácido clorhídrico 1.0 M. Antes de agregar los solutos para preparar las disoluciones, es necesario registrar la temperatura del	Calorímetro, termómetro, cloruro de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de potasio, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico y agua destilada.	2 horas

		agua cuando alcance el equilibrio térmico en el interior del calorímetro. Así mismo, antes de combinar el ácido con la base, es necesario registrar la temperatura inicial de alguno de ellos en el interior del calorímetro. Se registra el aumento o descenso de temperatura en cada uno de los procesos y finalmente se calculan las entalpías correspondientes.		
UNIDAD III				
6	Medir propiedades físicas de soluciones a través de instrumentos especializados de laboratorio para el análisis de disoluciones acuosas con actitud proactiva y disciplinada.	Para las soluciones muestra que son homogéneas se determina su densidad, densidad relativa y gravedad específica, utilizando el picnómetro, balanza analítica y termómetro. En el caso de las soluciones de sacarosa también utilizar un refractómetro (escala grados Brix). Para las soluciones homogéneas y no homogéneas utilizar probetas de 250 mL y 500 mL con cantidad suficiente de muestra para permitir la flotación del juego de hidrómetros disponibles.	Bitácora de laboratorio, balanza analítica, termómetro, picnómetro, juego densímetros e hidrómetros (salinómetro, grados Brix, grados Be, gravedad específica, densidad), refractómetro, probeta de 250 mL y 500 mL, jugo concentrado de frutas, solución salina fisiológica, suero de electrolitos, solución glucosada, solución de sacarosa al 28 % p/v, cloruro de sodio al 25 % p/v y agua destilada.	4 horas
7	Preparar soluciones electrolíticas de fuerza iónica conocida utilizando material básico de laboratorio para medir, registrar y analizar parámetros fisicoquímicos propios de soluciones electrolíticas con disponibilidad al trabajo en equipo y respeto al medio ambiente.	Se realizan los cálculos correspondientes para preparar diversas soluciones acuosas de cloruro de potasio de fuerza iónica creciente. Posteriormente, se utiliza un equipo multiparámetro para medir pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos (TDS) y se determina la resistividad de la solución.	Bitácora de laboratorio, agua desionizada, cloruro de potasio, balanza analítica, parrilla de agitación, barra magnética, equipo multiparámetro: pH, conductividad, TDS, material básico de laboratorio.	4 horas

UNIDAD IV				
8	Determinar la cinética de reacción de yodación de la acetona a través de mediciones espectrofotométricas para determinar el orden de reacción con actitud propositiva, pensamiento analítico y disposición al trabajo en equipo.	Se genera una serie de disoluciones con yodo, se lee la absorbancia de las muestras a 460 nm y se construye una curva de calibración para determinar concentración de yodo. Posteriormente se realizan 8 ensayos variando la proporción de acetona, yodo y ácido clorhídrico y se registra la evolución de la absorbancia a 460 nm con respecto al tiempo. Se registra la lectura cada 15 segundos por un período de 5 minutos. Finalmente se determina la ley de velocidad de la reacción a partir del análisis gráfico y matemático de los datos experimentales, indicando la temperatura de operación.	Espectrofotómetro de UV-VIS, celdas para espectrofotómetro, solución de yodo 0.005 M, acetona, ácido clorhídrico al 20% v/v, agua destilada, termómetro, tubos de ensaye con tapón de rosca, gradilla para tubos, micropipetas de 20-200 µL y 200-1000 µL.	4 horas
UNIDAD V				
9	Aplicar un tratamiento electroquímico a residuos de permanganato de potasio en disolución acuosa mediante reacciones de óxido-reducción para disminuir el estado de oxidación del manganeso y precipitarlo como un óxido insoluble filtrable, con disposición al trabajo en equipo y actitud de respeto al medio ambiente	Se plantea el tratamiento de soluciones residuales de permanganato de potasio con dos agentes reductores, tiosulfato de sodio y sulfito de sodio, y se determina cuál de ellos es el más eficiente mediante un análisis de las reacciones redox y sus respectivas estequiometrías. Una vez elegido el agente reductor, se lleva a cabo la reacción química en medio básico hasta reducir y precipitar por completo el manganeso en forma de óxido de manganeso (IV). Se filtra el precipitado y se verifica el rendimiento de la reacción mediante	Protocolo, bitácora de laboratorio, embudo de filtración, papel filtro, matraz Kitasato, embudo buchner, probeta de 100 mL, bomba de vacío, parrilla de agitación, barra magnética, balanza analítica, horno o mufla, desecador, solución residual de permanganato de potasio, tiosulfato de sodio, agua destilada, glicerina, solución de hidróxido de sodio 2 M.	4 horas

		gravimetría.		
10	Aplicar los principios de la electroquímica mediante la construcción de celdas electroquímicas para analizar sus propiedades eléctricas con disposición al trabajo en equipo y pensamiento analítico.	Se construye una celda electroquímica de Daniell y una celda de concentración, utilizando vasos de precipitado como contenedores para las soluciones de sulfato de cobre y sulfato de zinc. Como puente salino se utiliza un tubo de cristal en forma de U con agar y una solución saturada de cloruro de sodio. Como electrodos se utiliza láminas o filamentos de cobre y zinc. Se utiliza un multímetro para realizar las mediciones eléctricas.	Vasos de precipitados de 100 mL, tubo de cristal en forma de U, láminas o filamentos de Cu y Zn, solución de Sulfato de cobre 1.0 M, sulfato de zinc 1.0 y 0.1 M, agar bacteriológico, solución saturada de cloruro de sodio, cables tipo caimán y multímetro.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El docente tiene un rol como facilitador y promueve, técnica expositiva con apoyo de tic, desarrollo de ejercicios prácticos, desarrollo de metodologías de laboratorio, atención a dudas, aprendizaje basado en problemas, uso de herramientas. computacionales

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El alumno se involucra en su proceso de formación a través de diversas estrategias que incluyen: trabajo en equipo, desarrollo de tareas y trabajos de investigación, resolución de problemas, elaboración de informes de laboratorio.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (4)……60%
- Evidencia de desempeño…….....25%
  (Compendio de problemas……..15%
  (Compendio de informes de laboratorio……10%
- Ejercicios y trabajos de investigación…….....15%

Total……..……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Atkins, P. W. y De Paula, J. (2006). *Physical Chemistry for the life sciences*. Estados Unidos: W.H. Freeman and Company. [clásica]

Atkins, P., Trapp, C., Cady, M. y Giunta, C. (2006). *Student's solutions manual to accompany Atkins' physical chemistry*. Reino Unido: Oxford University Press. [clásica].

Chang, Raymond (2008). *Fisicoquímica para las ciencias químicas y biológicas*. México: McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Atkins, P. W. y De Paula, A. (2016). *Química-Física.* Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana. Recuperado de: http://libcon.rec.uabc.mx:3766/visorebookv2/ebook/9789500694988#{%22Pagina%22:%22Tapa%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22}

Levine, I. N. (2014). *Principios de fisicoquímica*. México: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de: https://libcon.rec.uabc.mx:4431/lib/uabcsp/reader.action?docID=3214528

Maron, S. H. (2016). *Fundamentos de fisicoquímica*. México: Limusa.

Requena, A. y Bastida, A. (2013). *Química física. Problemas de termodinámica, cinética y electroquímica*. México: Alfaomega.

Complementarias

Brown, L. T. (2014). *Química: la ciencia central*. México: Pearson Educación.

Chang, R. y Goldsby, K. A. (2017). *Química*. México: McGraw-Hill Interamericana.

Thomas, E. (2006). *Introducción a la fisicoquímica termodinámica.* México: Pearson. Recuperado de https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=293 [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta unidad de aprendizaje debe poseer formación inicial en el área de la Química, Física, Biología o Ingeniería afín, posgrado en Ciencias o Ingeniería. Se recomienda que tenga como mínimo dos años de experiencia profesional y de docencia en el área, conocimientos pedagógicos actualizados y dominio de las técnicas básicas de laboratorio de química. Además, debe manejar las tecnologías de la información, ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, tolerante, con un alto sentido de la ética y vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Metodología de la Investigación

5. Clave: 33541

6. HC: 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Julio César Gómez Franco	
Claudia Leticia Sánchez Mora	
Josefina Mariscal Camacho	
Omar Osuna Ovalle	
Luis Jesús Villarreal Gómez	
Ana María Vázquez Espinoza	

Fecha: 22 de febrero de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
José Luis González Vázquez	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Mayra Iveth García Sandoval	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad es que el alumno formalice una investigación apegándose a las normas permitidas en el ámbito científico y tecnológico, además se le proporcionará las herramientas que le permitan investigar de forma guiada siguiendo los lineamientos que marca el tipo de investigación, la cual implica que el estudiante se encuentre inmerso en un ámbito que deberá emitir conclusiones objetivas basados en resultados, formando en ellos actitudes, aptitudes y valores profesionales.

Esta asignatura pertenece a la etapa básica con carácter obligatorio y forma parte del tronco común de las DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar un protocolo de investigación, utilizando los aportes de teóricos-prácticos de los enfoques de la investigación científica, para identificar y describir problemas, con autonomía, honestidad y trabajo en equipo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Protocolo de investigación relacionado con el área de ingeniería, que incluya el planteamiento del problema, esquema del marco teórico, contextual, el estado del arte, diseño metodológico y referencias; atendiendo el estilo y redacción académica.

Presentación oral del protocolo de investigación con el apoyo de equipo audiovisual de manera clara y formal dirigido a una audiencia específica.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a la investigación científica

Competencia:
Analizar los elementos de la investigación científica, a partir de referentes teóricos y empíricos, para comprender sus alcances y aplicación en la ciencia, con objetividad.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1. Introducción y tipos de conocimiento
1.2. Ciencia, método y metodología
1.3. El método científico y sus características
    1.3.1. Enfoque de la investigación cuantitativa, cualitativa y mixta
1.4. Tipos de métodos (deductivo, inductivo, sintético y analítico)
1.5. Alcance de la investigación (exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo)
1.6. Tipos de investigación (básica y aplicada)
1.7. Características y elementos del protocolo de investigación

UNIDAD II. Planteamiento de un problema de investigación

Competencia:
Elaborar el planteamiento de un problema, a partir de la revisión del estado actual de un fenómeno y sus antecedentes, para delimitar la investigación, con honestidad académica y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1. Fundamentos e ideas de una Investigación
2.2. Elección del tema
  2.2.1. Estado del arte
2.3. Planteamiento del problema de investigación
  2.3.1. Antecedentes del problema a tema del estudio
  2.3.2. Objetivos generales y específicos
  2.3.3. Preguntas de investigación
  2.3.4. Variables
  2.3.5. Hipótesis: definición, características y tipos
  2.3.6. Justificación

UNIDAD III. Marcos de referencia de la investigación

Competencia:
Analizar la teoría y el contexto que subyace al fenómeno de la investigación, mediante diferentes fuentes de información, para determinar los marcos de referencia de un protocolo de investigación, con pensamiento crítico y entusiasmo.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Marco conceptual
3.2 Marco contextual
3.3 Marco teórico

UNIDAD IV. Método de Investigación

Competencia:
Analizar los elementos del diseño metodológico, a partir de la comparación de los enfoques de investigación, para determinar el abordaje metodológico del protocolo de investigación, con objetividad y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4. Diseño metodológico
  4.1.1. Operacionalización de hipótesis y variables para el diseño de instrumentos
  4.1.2. Métodos de recolección de Información
  4.1.3. Población y tipos de muestra
  4.1.4. Análisis de datos
4.2. Interpretación de resultados
4.3. Conclusiones de un reporte de investigación

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Escribir referencias, utilizando aplicaciones especializadas (se sugiere Mendeley vinculado a Office), para integrarlas al protocolo de investigación, con responsabilidad.	1. Explora la aplicación Mendeley vinculado a Office). 2. Selecciona recursos bibliográficos asociados a un tema de investigación. 3. Introduce los elementos de la referencia en la aplicación (lista). 4. Importa las referencias a un archivo Word.	Computadora Internet Software y editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	2 horas
UNIDAD II 2	Plantear un problema de investigación, a través de una lluvia de ideas y revisión bibliográfica, con el fin de proponer la idea central del protocolo de investigación, con objetividad y trabajo colaborativo.	La idea de investigación: 1. Forma equipos de trabajo. 2. Realiza lluvia de ideas sobre el tema de interés. 3. Busca bibliografía relacionada con el tema. 4. Determina el tema de investigación. 5. Entrega al docente el tema de investigación en documento escrito. 6. Inicia un portafolio de evidencias del proceso de construcción del protocolo. Integra los antecedentes.	Computadora Internet Software de citación y editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	2 horas
3		Antecedentes: 1. Realiza búsqueda bibliográfica consultando libros y bases de datos atendiendo a pertinencia, relevancia y actualidad. 2. Selecciona mínimo 15 fuentes de información que respondan a estudios empíricos relacionados con el tema en fuentes	Computadora Internet Software de citación y editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	4 horas

		confiables. 4. Crea documento de texto que contenga el resumen de las fuentes seleccionadas. 5. Entrega el documento al docente. 6. Integra el producto en el portafolio de evidencias.		
4		Objetivos y preguntas de la investigación 1. Atiende las instrucciones del docente para la formulación de objetivos y preguntas de investigación. 2. Elabora los objetivos y pregunta, los socializa en equipo y con el profesor para su retroalimentación. 3. Escribe las preguntas y objetivos en un documento de texto para entregar al profesor. 4. Integra el producto en el portafolio de evidencias.	Computadora Internet Editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	4 horas
5		Hipótesis y variables 1. Atiende las instrucciones del docente para la formulación de hipótesis y determinar variables de investigación. 2. Elabora las hipótesis y determina las variables, los socializa en equipo y con el profesor para su retroalimentación. 3. Escribe las hipótesis y variables en un documento de texto para entregar al profesor. 4. Integra el producto en el portafolio de evidencias.	Computadora Internet Editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	2 horas

6		Justificación 1. Atiende las instrucciones del docente para la formulación de la justificación de la investigación. 2. Elabora la justificación, la socializa en equipo y con el profesor para su retroalimentación. 3. Escribe justificación en un documento de texto para entregar al profesor. 4. Integra el producto en el portafolio de evidencias.	Computadora Internet Software de citación y editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	4 horas
UNIDAD III 7	Determinar un esquema del marco de referencia de investigación, con apoyo en referencias impresas y electrónicas, para sustentar teóricamente el protocolo de investigación, con ahínco y honestidad.	Marco conceptual y contextual: 1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar el marco conceptual y contextual. 2. Analiza referencias impresas y electrónicas. 3. Selecciona las ideas centrales de cada fuente consultada. 4. Elabora un glosario con los conceptos principales del tema de investigación. 5. Define el contexto en el cual se llevará a cabo la investigación. 6. Escribe el marco conceptual y contextual en un documento de texto y entregar al profesor. 7. Integra el producto en el portafolio de evidencias.	Computadora Internet Software de citación y editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	4 horas
8		Marco teórico y estado del arte: 1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar el marco teórico y estado del arte. 2. Analiza referencias impresas y electrónicas. 3. Selecciona las ideas centrales	Computadora Internet Software de citación y editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales,	4 horas

		de cada fuente consultada. 4. Establece el esquema del marco teórico y escribir el estado del arte de la investigación en un documento de texto y entregar al profesor. 5. Integra el producto en el portafolio de evidencias.	etc.).	
UNIDAD IV 9	Analizar los elementos del diseño metodológico, a partir de la comparación de los enfoques de investigación, para determinar el abordaje metodológico del protocolo de investigación, con objetividad y responsabilidad.	Diseño metodológico de la investigación: 1. Atiende las orientaciones del profesor para elaborar el diseño metodológico de la investigación. 2. Operacionaliza hipótesis y variables. 3. Analiza de la población y determinar la muestra. 4. Elige las técnicas e instrumentos para recolección de datos. 5. Diseña/adapta instrumento de recolección de datos. 6. Establece procedimiento de recolección y análisis de datos. 7. Escribe el diseño metodológico en un documento de texto y lo entrega al docente. 8. Integra el producto al portafolio de evidencias.	Computadora Internet Software de citación y editor de texto. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales, etc.).	2 horas
10	Integrar el protocolo de investigación, con base en los productos del portafolio de evidencias, para declarar la propuesta de estudio de un problema, con creatividad.	1. Atiende las orientaciones del profesor integrar el protocolo de investigación. 2. Retoma los productos del portafolio de evidencias. 3. Integra el protocolo de investigación que incluya el planteamiento del problema, esquema del marco teórico,	Computadora Internet Medios audiovisuales Software de citación, editor de texto y de presentaciones digitales. Recursos bibliográficos (libros, revistas, capítulos de libros, artículos, manuales,	4 horas

		contextual, el estado del arte, diseño metodológico y referencias. 4. Atiende el estilo y redacción académica y las características del protocolo de investigación. 5. Diseña una presentación digital del protocolo de investigación para presentar a una audiencia.	etc.).	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Es importante que el docente presente a los alumnos investigaciones recientes para ejemplificar los tipos, métodos y alcances de la investigación.
- Se sugiere:
- Exposiciones orales.
- Debates.
- Mesas redondas
- Lecturas guiadas
- Uso de medios audiovisuales

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Presentaciones orales.
- Trabajo en equipo.
- Investigación documental.
- Diagramas de flujo.
- Resúmenes.
- Mapas conceptuales.
- Fichas bibliográficas.
- Cuadros comparativos.
- Cuestionarios.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 2 exámenes escritos…….... 20%
- Reportes de lectura…….. 15%
- Participación en clase…….. 05%
- Prácticas de Taller (portafolio) ...……..... 20%
- Evidencia de desempeño 1 (Protocolo de investigación) ……..... 30%
- Evidencia de desempeño 2 (Presentación oral del protocolo)…….....10%

Total……..……..…….....100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Hernández S. R.; Fernández C. C; Baptista L, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill (p.600). 6a. ed. México: McGraw-Hill.

Kumar, R. (2014). *Reserch methodology a step by step.* Guide for beginners. 4th. Edition. London: Sage

Ortiz, U. F. G., García N. M. P. (2014). *Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas. Limusa* (p. 179). México: Limusa.

Pinal Karla M. (2006). *Apuntes de metodología y redacción: guía para la elaboración de un proyecto de tesis*. 1ra. Ed. México: Publicaciones Cruz. [clásica]

Silva Ramírez, B. (Coord.) y Juárez Aguilar, J. (2013). *Manual del modelo de documentación de la Asociación de Psicología Americana (APA) en su sexta edición*. México, Puebla: Centro de Lengua y Pensamiento Crítico UPAEP.

Toro J. I. D.; Parra R, R. D. (2010). *Fundamentos epistemológicos de la investigación y la metodología de la investigación: cualitativa-cuantitativa.* Fondo Editorial Universidad EAFIT (997 p.). Colombia, Medellín.: Fondo Editorial Universidad EAFIT. [clásica]

Ynoub, R. C. (2007). *El proyecto y la metodología de la investigación, CENGAGE Learning, 2007.* ProQuest Ebook Central. Recuperado de: https://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/detail.action?docID=3430360. [clásica]

Complementarias

Arévalo, J. A. (2015). *Mendeley: tutorial de aprendizaje Universidad de Salamanca*. Recuperado de: https://es.slideshare.net/jalonsoarevalo/mendeley-13604013

Gómez, M. M. (2009). *Introducción a la metodología de la investigación científica. Brujas* (p. 186). 2a ed. Argentina, Córdoba.: Brujas. [clásica]

Ortíz U., F. G. (2016). *Diccionario de metodología de la investigación científica.* México: 4a ed. Limusa,

X. PERFIL DEL DOCENTE

Profesionista con grado de licenciatura, preferentemente con estudios de posgrado, con experiencia en investigación, además de presentar una experiencia docente y laboral de un año mínimo, y que sea responsable, honesto, empático con los alumnos y la sociedad.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. Programa Educativo: Bioingeniero

3. Plan de Estudios:

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Óptica y Acústica

5. Clave:

6. HC: 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Disciplinaria

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Norma Alicia Barboza Tello	
Paúl Medina Castro	
Juan Carlos García Gallegos	
Miriam Patricia Carrillo Fuentes	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta unidad de aprendizaje tiene como finalidad proporcionar los conocimientos y las herramientas necesarias para la comprensión del funcionamiento y utilización de diferentes dispositivos ópticos y acústicos en el tratamiento y diagnóstico médico, así como también en otros instrumentos utilizados en otras áreas de la Bioingeniería. Se encuentra en la etapa disciplinaria del programa educativo de Bioingeniería, es de carácter obligatorio, pertenece al área de conocimiento de Ciencias Básicas.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los fenómenos físicos que ocurren en la interacción de las ondas con diferentes medios, a través del estudio de las leyes de la Física, para conocer los principios de funcionamiento de instrumentos de diagnóstico y tratamiento médico, con ética, responsabilidad y respeto.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Informe del diseño de un prototipo básico de instrumentación donde apliquen los conocimientos de óptica y acústica, que contenga: introducción, planteamiento del problema, metodología, resultados y conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de ondas y oscilaciones

Competencia:
Analizar la clasificación de las ondas periódicas, a través del estudio de los fenómenos que ocurren cuando estas interactúan con diferentes medios, para conocer su aplicación en diferentes áreas de la bioingeniería, de manera responsable, con actitud propositiva y disposición para trabajar en equipo.

Contenido:

Duración: 4 horas

1.1 Movimiento oscilatorio
- 1.1.1 Movimiento de un objeto unido a un resorte
- 1.1.2 Movimiento armónico simple
- 1.1.3 Oscilaciones amortiguadas
- 1.1.4 Oscilaciones forzadas

1.2 Ondas mecánicas
- 1.2.1 Clasificación de las ondas mecánicas
- 1.2.2 Velocidad de una onda mecánica
- 1.2.3 Energía de una onda
- 1.2.4 Principio de Superposición
- 1.2.5 Interferencia de ondas
- 1.2.6 Onda estacionaria

UNIDAD II. Ondas sonoras y ultrasonido

Competencia:
Analizar los principios de propagación del sonido, a través del estudio de la interacción de las ondas sonoras con diferentes superficies, para identificar el principio de funcionamiento de dispositivos de instrumentación, con una actitud colaborativa y crítica.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Ondas sonoras
- 2.1.1 La velocidad del sonido
- 2.1.2 Propagación del sonido en un medio
- 2.1.3 Potencia e intensidad de las ondas sonoras
- 2.1.4 Ondas longitudinales estacionarias
- 2.1.5 Sistemas vibratorios y fuentes de sonido
- 2.1.6 El efecto Doppler

2.2 Ultrasonido
- 2.2.1 Introducción al ultrasonido
- 2.2.2 Propagación de las ondas ultrasónicas
- 2.2.3 Transductores ultrasónicos
- 2.2.4 Dispersión

UNIDAD III. Leyes fundamentales de la óptica

Competencia:
Analizar el comportamiento de las ondas electromagnéticas, a través del estudio de las leyes fundamentales de la óptica, para conocer el principio de funcionamiento de diferentes dispositivos optoelectrónicos, con actitud responsable y colaborativa.

Contenido: **Duración:** 5 horas

3.1 Teoría electromagnética, fotones y luz
- 3.1.1 Leyes básicas de la teoría electromagnética
- 3.1.2 Ondas electromagnéticas
- 3.1.3 El espectro electromagnético
- 3.1.4 Irradiancia, energía

3.2 La propagación de la luz
- 3.2.1 Esparcimiento de Rayleigh
- 3.2.2 Reflexión de la luz
- 3.2.3 Refracción de la luz

3.3 Óptica geométrica
- 3.3.1 Lentes delgadas
- 3.3.2 Espejos esféricos
- 3.3.3 Fibras ópticas

3.4 Óptica ondulatoria
- 3.4.1 Interferencia de la luz
- 3.4.2 Difracción
- 3.4.3 Polarización

UNIDAD IV. Óptica aplicada

Competencia:
Distinguir los fundamentos de la emisión láser, a través del estudio de los fenómenos que ocurren al interactuar diferentes ondas con la materia, para identificar su aplicación en bioingeniería, con actitud responsable y colaborativa.

Contenido: **Duración:** 3 horas

4.1 Transformada de Fourier
4.2 La función Delta de Dirac
4.3 Estudio y aplicación de emisión láser
- 4.3.1 Absorción, emisión espontánea y emisión estimulada.
- 4.3.2 Propiedades de la emisión láser
- 4.3.3 Tipos de láseres
- 4.3.4 Láser basado en un sistema de 3 niveles de energía
- 4.3.5 Láser basado en un sistema de 4 niveles de energía
- 4.3.6 Aplicación de los láseres en Bioingeniería

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar las propiedades del movimiento oscilatorio, a través de la solución de problemas relacionadas con el estudio de las leyes fundamentales de la física, para conocer su aplicación en bioingeniería, con actitud propositiva y responsable.	Solución de ejercicios sobre movimiento oscilatorio y movimiento armónico simple para identificar sus propiedades.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	2 horas
2	Distinguir los tipos de ondas mecánicas, a través del estudio de casos reales, para conocer su aplicación en bioingeniería con respeto y disposición al trabajo en equipo.	Revisión de videos y lecturas para diseñar un mapa mental que incluya la clasificación de las ondas mecánicas. Realizar una discusión para comparar los mapas realizados.	Hojas limpias, lápiz, colores, borrador, bibliografía recomendada.	2 horas
3	Analizar los fenómenos que ocurren cuando interactúan dos o más ondas entre sí, a través de la aplicación de las leyes de la física, para resolver problemas en bioingeniería, con actitud propositiva y disposición al trabajo en equipo.	Solución de ejercicios sobre superposición, interferencia de ondas y onda estacionaria. Discutir la aplicación de estos fenómenos en bioingeniería.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora
UNIDAD II				
4	Analizar la manera en que se propaga el sonido a través de la solución de ejercicios prácticos para identificar sus posibles aplicaciones en bioinstrumentación con actitud	Solución de ejercicios sobre la velocidad, potencia y propagación del sonido en un medio. Discutir resultados.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora

	propositiva y disposición al trabajo en equipo.			
5	Aplicar el efecto Doppler a través del análisis de las teorías relacionadas y de la observación de fenómenos cotidianos, para identificar su utilidad en bioinstrumentación, con actitud propositiva y disposición al trabajo en equipo.	Visualización de videos sobre el efecto Doppler, solución de ejercicios y discusión sobre sus aplicaciones en bioinstrumentación.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora
6	Distinguir los tipos de transductores ultrasónicos, mediante investigación documental, para comprender el funcionamiento de los instrumentos en donde se utilizan, de manera autodidacta y propositiva.	Trabajo de investigación para realizar exposición sobre los diferentes tipos de transductores ultrasónicos.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora
7	Analizar los fenómenos de resonancia y reverberación, a través de la solución de ejercicios, para conocer los posibles efectos acústicos, con actitud responsable y propositiva.	Solución de ejercicios donde se apliquen los conceptos de resonancia y reverberación. Discusión de resultados.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora
UNIDAD III				
8	Analizar las leyes básicas de la teoría electromagnética, a través del estudio de su propagación en el vacío, para identificar su aplicación en bioingeniería con actitud propositiva, y responsable.	Solución de ejercicios aplicados sobre las leyes básicas de la teoría electromagnética.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora
9	Diferenciar los fenómenos de esparcimiento, refracción y reflexión de la luz, mediante la aplicación de las leyes fundamentales de la física, para la compresión de los instrumentos	Análisis y observación de instrumentos que utilizan lentes y espejos. Solución de ejercicios aplicados sobre lentes delgadas y espejos esféricos.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora

	ópticos con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.			
10	Analizar el principio de funcionamiento de las lentes delgadas y espejos esféricos, a través de la aplicación de las ecuaciones correspondientes, para conocer su utilidad en el desarrollo de instrumentos biomédicos, con actitud responsable y disposición para el trabajo en equipo.	Análisis y observación de instrumentos que utilizan lentes y espejos. Solución de ejercicios aplicados sobre lentes delgadas y espejos esféricos.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora
11	Diferenciar los fenómenos de difracción e interferencia de la luz, a través de la aplicación de las leyes que los rigen, para identificar el principio de funcionamiento de distintos instrumentos biomédicos, con actitud responsable y propositiva.	Visualización de videos y solución de ejercicios relacionados con las leyes difracción e interferencia.	Hojas limpias, lápiz, borrador, bibliografía recomendada.	1 hora
UNIDAD IV				
12	Explicar los diferentes tipos de láseres que existen, a partir de un trabajo de investigación, para distinguir cuáles se utilizan en bioingeniería, con actitud propositiva y colaborativa.	Investigación sobre la clasificación de los láseres y exposición de una aplicación de los mismos en bioingeniería.	Bibliografía recomendada, computadora con power point o algún otro software para diseño de diapositivas.	1 hora
13	Analizar las propiedades de los componentes de un láser, a través del diseño de una cavidad láser, para distinguir los diferentes tipos de interacción luz-materia, de manera propositiva y responsable.	Diseño de cavidad láser con apoyo de bibliografía y de un software gratuito de simulación.	Software gratuito de simulación, lápiz borrador, hojas limpias, bibliografía recomendada.	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Aplicar los fundamentos de la generación de ondas periódicas, a través de la medición de la constante de propagación de diferentes resortes, para conocer sus propiedades, con actitud crítica y responsable.	Construcción de una base que permita el montaje de resortes y masas de diferentes pesos. Medición de la constante de fuerza k, de diferentes resortes. Elaboración de informe de resultados.	Resortes de diferente longitud, una cuerda, muestras de diferentes pesos, flexómetro, vernier, generador de funciones, motor vibrador, osciloscopio, monturas, transductores ultrasónicos, bocina, osciloscopio, puntas de osciloscopio, láser He-Ne o apuntador láser, espejos, montura desplazable, lente de 100 mm de distancia focal, divisor de haces o placa de vidrio,	4 horas
2	Analizar las características de una onda estacionaria, a través del estudio de su propagación en una cuerda, para conocer su aplicación en bioingeniería con actitud responsable y colaborativa.	Generación de ondas estacionarias de diferente longitud de onda en una cuerda tensa. Elaboración de informe de resultados.	Una cuerda, *Generador de funciones, *Motor vibrador, osciloscopio, monturas.	4 horas
UNIDAD II				
3	Distinguir los fenómenos de absorción, reflexión y transmisión de ondas acústicas, a través de diferentes medios de propagación, para identificar su aplicación en bioingeniería, con disposición al trabajo colaborativo de manera responsable.	Propagación de ondas acústicas en diferentes medios. Discusión de las características de los fenómenos observados. Elaboración de informe de resultados.	Diferentes materiales como: un trozo de madera, una cuerda, una cubeta con agua.	4 horas
4	Diferenciar las ondas ultrasónicas de las ondas sonoras a través de la generación de ondas de	Generación ondas acústicas de diferentes frecuencias. Discusión de los resultados observados.	Transductores ultrasónicos, bocina, generador de funciones, osciloscopio, puntas de	4 horas

	diferentes frecuencias, para identificar su aplicación en bioingeniería, con disposición al trabajo colaborativo de manera responsable.	Elaboración de informe de resultados.	osciloscopio.	
UNIDAD III				
5	Comprobar la ley de Snell, a través del uso de componentes ópticos y materiales de distintos índices de refracción, para identificar su aplicación en bioinstrumentación, de manera responsable y con disposición para el trabajo en equipo.	Realización un arreglo óptico para comprobar la ley de Snell. Elaboración de informe de resultados.	Láser de He-Ne o apuntador láser. Placas de diferentes materiales (vidrio, plástico). Lente plano-cóncava de 100mm de distancia focal. Prisma de vidrio.	2 horas
6	Observar los fenómenos de interferencia de la luz, a través del uso de componentes ópticos, para comprender la utilización de estos fenómenos en dispositivos ópticos, con actitud propositiva y responsable.	Montaje de un interferómetro de Michelson para obtener franjas de interferencia. Elaboración de informe de resultados.	Láser He-Ne o apuntador láser. Espejos. Montura desplazable Lente de 100mm de distancia focal. Divisor de haces o placa de vidrio.	4 horas
7	Observar el fenómeno de difracción de la luz, a través del uso de componentes ópticos, para comprender su aplicación en bioinstrumentación, con actitud propositiva y responsable.	Diseño de un sistema óptico que permita la propagación de un haz de luz láser a través de rendijas de diferentes formas y tamaños para observar el fenómeno de difracción de la luz. Elaboración de informe de resultados.	Láser de He-Ne o apuntador láser. Lente de 100mm de distancia focal. Rendijas de diferentes formas y tamaños.	4 horas
8	Analizar el funcionamiento de un láser, a través de un arreglo óptico, para identificar su aplicación en dispositivos que se utilizan en bioingeniería, con disposición al trabajo en equipo y de manera responsable.	Montaje de un arreglo óptico sencillo que simule el funcionamiento de un láser. Elaboración de informe de resultados.	Láser de He-Ne o apuntador láser. Lentes de diferente distancia focal. Espejos.	6 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno siguiendo los criterios de evaluación que se describen en la siguiente sección.

Estrategia de enseñanza (docente)
Expone las teorías fundamentales de la asignatura con apoyo en el material didáctico como presentaciones o videos, se encarga de relacionar la aplicación de los temas revisados a la bioingeniería, fomenta el trabajo colaborativo, evalúa y ofrece retroalimentación de las actividades desarrolladas en horas clase y de prácticas.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Elabora informes de práctica de laboratorio, elabora informe de proyecto final donde presenta el desarrollo de un prototipo, resuelve los ejercicios asignados por el profesor, que trabajan en equipo, se encarga de realizar investigación por su cuenta de los temas revisados para complementar lo visto en clase.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Tareas y prácticas de talleres……15%
- Prácticas de laboratorio…….... 15%
- Evaluación parcial (3)……...45%
- Evidencia de desempeño..... 25%
  (Informe del diseño de un prototipo)

Total……..….100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Halliday, D. y Resnick, R. (2002). *Física* (5ª ed.). México: Alay. [clásica] Hetch, E. (2017). *Óptica* (5ª ed.). España: Pearson. Serway, R. A. y Jewett, J. W. (2008). *Física para Ciencias e Ingeniería* (7ª ed.). México: Cengage Learning. [clásica] Tippens, P. (2011). *Física, Conceptos y Aplicaciones* (7ª ed.). México: Mc Graw-Hill. [clásica]	Gibbs, V., Cole, D., y Sassano A. (2011). *Ultrasound, Physics and Technology* (4ª ed.). Estados Unidos: Elsevier. [clásica] Hayt, W.H. & Buck, J. A. (2014). *Engineering Electromagnetics* (8ª ed.). Estados Unidos: Mc Graw-Hill. Svelto, O. (2010). *Principles of Lasers* (5ª ed.). Estados Unidos: Springer. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en Licenciado en Física, Ingeniero en Electrónica o perfil afín, es deseable que cuente con grado de maestría o doctorado en Ciencias en Óptica, Optoelectrónica o Electrónica y se recomienda que cuente con al menos 1 año de experiencia laboral o docente. Debe ser proactivo, paciente, responsable, capaz de fomentar el trabajo colaborativo y contar con la habilidad de manejar grupos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Principios de Mediciones Bioeléctricas

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Electricidad y Magnetismo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Víctor Alonso Parra Pacheco	
Paúl Medina Castro	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	
Ángel Ramírez Fuentes	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es conocer los principios de técnicas de mediciones eléctricas y aplicarlos en escenarios típicos de circuitos que se encuentran en la práctica de la bioingeniería; estos escenarios de electricidad y bioelectricidad constan de fuentes, componentes estándares y elementos de distribución.

Esta unidad de aprendizaje formará en el estudiante habilidades cuantitativas y herramientas, así como le dará una certidumbre, para obtener mediciones correctas que le ayudarán a avanzar en los aspectos de instrumentación biomédica. La unidad de aprendizaje se imparte en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y requiere cursar previamente la asignatura de Electricidad y Magnetismo, contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar las técnicas de mediciones eléctricas mediante el conocimiento de principios científicos, tecnológicos y el empleo adecuado de instrumentos de medición, para realizar mediciones con el menor error posible, con una actitud responsable y de confianza.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Desarrollo de prácticas en el laboratorio.
El reporte relacionado con cada práctica debe entregarse en el formato especificado e incluir: portada, introducción, objetivo, marco teórico, desarrollo experimental, discusión de resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.
2. Portafolio de evidencias que incluye la resolución de ejercicios y problemas planteados en talleres, tareas y trabajos investigativos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de electricidad aplicada

Competencia:

Interpretar los conceptos y principios de electricidad aplicada, apoyándose en el empleo de fundamentos científicos, instrumentación, tecnología y métodos teórico-prácticos, para la solución de problemas cotidianos y de ingeniería, con responsabilidad y disposición para el trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 3 horas

1.1 Unidades de medidas eléctricas
1.2 Conceptos de electricidad aplicada
    1.2.1 Voltaje, corriente y potencia
    1.2.2 Corriente directa (CD) y corriente alterna (CA).
1.3 Identificación de componentes eléctricos y electrónicos, símbolos, aspecto físico (encapsulado) y función (modelo).
    1.3.1 Componentes pasivos
    1.3.2 Componentes activos (semiconductores)
    1.3.3 Instrumentos para medición de componentes pasivos
1.4 Diagrama de bloques y esquemáticos: como leer la interconectividad.

UNIDAD II. Instrumentos de mediciones eléctricas

Competencia:

Utilizar instrumentos de medición de magnitudes eléctricas relevantes en el ámbito industrial y profesional, siguiendo las recomendaciones de los manuales de los equipos, para la obtención de datos de un modo rápido y preciso, con una actitud práctica, responsable, con orden y confianza.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1 Instrumentos que componen una mesa básica de mediciones.
- 2.1.1 Amperímetros, voltímetros, óhmetros
- 2.1.1 Fuente de poder
- 2.1.2 Multímetro de banco
- 2.1.3 Osciloscopio
- 2.1.4 Generador de funciones
- 2.1.5 Multímetro de mano.

2.2 interfaz a PC para comunicación de datos por software específico.
2.3 Estimación del error
2.4 Límites de operación y protección de circuitos

UNIDAD III. Medición de voltaje y corriente en circuitos

Competencia:

Utilizar el método de medición y el instrumento apropiado para una aplicación en particular, a través del montaje de un experimento de medición, para el registro de datos de la cantidad física, con orden y responsabilidad en el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Medición de voltaje y corriente de CD y AC.
3.2 Impedancia eléctrica, medición de circuitos RC, transitorio y respuesta en frecuencia.
3.3 Fuentes de ruido y error
3.4 Características funcionales para expresar la relación entre medidas de dos valores: Decibelio, amplificación y relación señal a ruido**.**

UNIDAD IV. Introducción a la bioelectricidad y mediciones eléctricas en el cuerpo humano

Competencia:

Clasificar los diversos potenciales bioeléctricos relacionados con los sistemas del cuerpo humano a través de la analogía con los sistemas eléctricos, para comprender sus aplicaciones clínicas, con una actitud de servicio y respeto.

Contenido: **Duración:** 2 horas

4.1 Flujo de corriente por iones, potencial de reposo, y ecuación de Nernst-Planck
4.2 Modelo de circuito equivalente de células, tejidos y órganos
4.3 Potencial de acción y potenciales de superficie corporal
4.4 Tipos de electrodos y aplicaciones clínicas
4.5 Bioimpedancia y aplicaciones

UNIDAD V. Herramientas para automatización de diseño electrónico.

Competencia:

Medir virtualmente circuitos complejos, usando herramientas de software enfocadas al diseño de semiconductores y productos electrónicos, para la simulación de la funcionalidad de los componentes, con actitud honesta, creativa y propositiva.

Contenido: **Duración:** 2 horas

3.1 Software de captura esquemática
3.2 Software para simulación de circuitos
3.3 Software para preparación de la manufactura

UNIDAD VI. Sistemas de instrumentación

Competencia:

Clasificar los transductores eléctricos, eligiendo y acoplando las características convenientes a ser registradas y medidas, para convertir magnitudes físicas como la temperatura, presión, flujo, fuerza y otras en señales eléctricas, con actitud ordenada y responsable.

Contenido: **Duración:** 2 horas

6.1 Transductores eléctricos y selección de transductores.
6.2 Acondicionamiento y procesado de señal.
6.3 Conversión analógica digital, muestreo, cuantización y codificación.
6.4 Sistema de adquisición de datos.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los componentes eléctricos y comprobar su modelo matemático, a través de la revisión visual de especificaciones y la solución de ejercicios, para demostrar su existencia y función, con orden y actitud de análisis.	Identificación de componentes eléctricos y electrónicos, símbolos, aspecto físico (encapsulado) y función (modelo). y cómo conocer la conectividad en esquemáticos.	Dispositivos proporcionados por el docente. Ejercicios Calculadora Apuntes	3 horas
UNIDAD II				
2	Asegurar el buen funcionamiento de los instrumentos de medición, mediante la revisión del manual de operación, para reducir el riesgo y el error de medición, con responsabilidad, orden y confianza	Conocer los Instrumentos que componen una mesa básica de mediciones. Lectura de manuales de la fuente de poder, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones y multímetro de mano.	Manuales de operación de los equipos	3 horas
UNIDAD III				
3	Resolver circuitos, a través de la metodología de circuitos lineales, para comparar los resultados con los obtenidos en la medición experimental, con una actitud de atención al entorno y orden.	Ejercicios de circuitos de voltaje y corriente de CD y AC. Calculo de Impedancia eléctrica en circuitos RC, expresión de la relación entre medidas de dos valores: Decibelio, amplificación y relación señal a ruido.	Ejercicios Calculadora Apuntes	4 horas
UNIDAD IV				
4	Reconocer y discutir diversas aplicaciones clínicas de los biopotenciales, por medio de la relación con los sistemas del	Cálculos usando la ecuación de Nernst-Planck, demostración de los tipos de electrodos y varias aplicaciones clínicas.	Ejercicios Calculadora Apuntes Presentación de equipo biomédico	2 horas

	cuerpo humano, para entender las aplicaciones de la bioelectricidad, con una actitud de servicio y respeto.			
UNIDAD V				
5	Conocer las herramientas de software de diseño de productos electrónicos, a través de la revisión de especificaciones y demostraciones de los proveedores, para la fabricación de un circuito de ejemplo, con actitud honesta, creativa y propositiva.	Revisión del software de captura esquemática para simulación de circuitos y para la realización de un circuito impreso.	Especificaciones y demostraciones de software comercial, y ejemplo de un circuito propuesto. Manual de trabajo de taller Proyector Computadora Software de programación Unidad de almacenamiento	2 horas
UNIDAD VI				
6	Comparar transductores eléctricos, para medir temperatura y presión, revisando las características convenientes a ser registradas y medidas en un sistema de adquisición de datos, con actitud ordenada y responsable.	Evaluación de transductores de presión y temperatura, y módulos de adquisición de datos de bajo costo: National Instruments (USB-6009), Digilent (Analog Discovery)	Hojas de datos de fabricantes	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Conocer los efectos nocivos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano mediante la revisión de los límites establecidos para reconocer la importancia de trabajar con medidas de seguridad, con responsabilidad.	Se le proporcionará previamente al alumno una lectura sobre las normas referente a la seguridad eléctrica. En el laboratorio se le mostrará lo que sucede a diferentes materiales sensibles a la corriente cuando se someten a corrientes suficientemente altas para que se calienten, emitan luz o se deformen El alumno deberá presentar un reporte con sus conclusiones de la lectura y de lo que observó en el experimento.	Lectura. Fuente de corriente. Medidor de corriente Materiales sensibles a la corriente eléctrica	2 horas
2	Utilizar el DVM, el medidor de capacitancia y el medidor de inductancias para realizar mediciones de componentes eléctricos mediante el empleo adecuado de los instrumentos, con responsabilidad y disposición al trabajo de equipo.	Se le proporcionaran diferentes componentes pasivos para que el alumno mida su valor con el aparto que corresponda.	Medidor de capacitores Medidor de inductancias Multímetro de mano Manual de uso de los aparatos Componentes pasivos	2 horas
3	Comprobar el funcionamiento adecuado de circuitos eléctricos mediante el seguimiento de diagramas esquemáticos para configurar futuros experimentos de medición con responsabilidad y de manera ordenada.	Se le proporcionará al alumno un diagrama de circuito eléctrico para que realice la interconexión física de los componentes en el protoboard. Se verificará que el alumno realice un adecuado alambrando de circuito, y como parte de la revisión se le pedirá realizar pruebas de continuidad	Fuente de voltaje, multímetro, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias y LED.	2 horas

		para verificar las conexiones.		
UNIDAD II				
4	Aplicar las técnicas de medición eléctrica mediante el empleo de la fuente de poder de corriente directa, el multímetro de banco, osciloscopio y generador de funciones, para identificar los diferentes parámetros eléctricos trabajando ordenadamente y con disciplina.	Se le proporcionaran diagramas de circuitos simples que el alumno deberá armar en el protoboard y se le especificará que realice la medición de diferentes parámetros de los mismos.	Fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, protoboard y diferentes elementos de circuito Documentos: uso de la fuente de CD, multímetro, osciloscopio generador de funciones y osciloscopio.	4 horas
UNIDAD III				
5	Medir circuitos eléctricos típicos utilizando la metodología para operación de instrumentos de medición, para comparar los resultados de sus mediciones con los valores calculados utilizando los modelos matemáticos con actitud reflexiva, ordenada siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	Se le proporcionará un diagrama de circuito de corriente directa que deberá armar y al que le deberá medir voltaje y corriente en diferentes puntos del mismo.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos, fuente de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspic, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	2 horas
6		Se le proporcionará un diagrama de circuito de corriente alterna que deberá armar y al que le deberá medir voltaje y corriente en diferentes puntos del mismo.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor	2 horas

			de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos, fuente de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspic, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	
7		Se le proporcionará un diagrama de circuito de corriente alterna que deberá armar y al que le deberá realizar en diferentes mediciones de impedancia a diversos componentes del mismo.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos, fuente de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspic, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	2 horas
8		Se le proporcionará un diagrama de circuito que deberá armar y al que deberá alimentar con una señal cuadrada de tal manera que pueda observar su respuesta transitoria en el osciloscopio.	Equipo de medición (mesa básica), fuente de corriente. medidor de corriente, materiales sensibles a la corriente eléctrica, medidor de capacitores, medidor de inductancias, multímetro de mano, componentes pasivos,	2 horas

			fuente de voltaje, cables para conexión, protoboard, capacitores, resistencias, LED, fuente de poder de corriente directa, multímetro de banco, osciloscopio, generador de funciones, diferentes elementos de circuito, electrodos, fuente de corriente alterna, proyector, computadora, Software Pspic, placa de cobre, sensor de presión y sensor de temperatura.	
UNIDAD IV				
9	Aplicar un nivel apropiado de corriente alterna al cuerpo humano, para obtener la medición de la impedancia Z (módulo y fase entre corriente y tensión eléctrica asociada), con ayuda de un arreglo de electrodos de superficie en un intervalo de frecuencias, siguiendo las normas de seguridad e higiene del laboratorio.	Se realizará la medición de su impedancia eléctrica de manera segura. Para esto previamente se les proporcionarán lecturas que indiquen como se realiza la medición de manera segura.	Equipo de medición (mesa básica) Manual de prácticas Electrodos Gel Fuente de corriente alterna Osciloscopio	4 horas
UNIDAD V				
10	Usar las funciones básicas de edición de esquemáticos, para crear sus propios diagramas eléctricos mediante la utilización de software de forma ordenada y eficiente.	El profesor explicará en el proyector como se realiza la edición de un circuito en el software y el alumno ejecutará estos pasos de manera simultánea. Luego se le pedirá al alumno que el solo realice la edición de un circuito dado.	Manual de trabajo Proyector Computadora Software Pspice	2 horas
11	Observar el comportamiento de los componentes energizados, por medio del simulador Pspice, para el correcto uso en aplicaciones, de forma disciplinada y eficiente.	Se le proporcionaran diversos circuitos para que el alumno los edite y los simule en el software.	Manual de trabajo Proyector Computadora Software Pspice	2 horas

12	Diseñar la plantilla de una placa para PCB de un circuito dado mediante la utilización de software para luego proceder a su fabricación con actitud creativa y propositiva.	Se elaborará la fabricación y soldado de un circuito impreso dado, desde su edición en el software hasta el soldado de sus componentes. Luego se verificará su funcionamiento mediante pruebas de continuidad, y mediante la observación de su respuesta en el osciloscopio.	Manual de trabajo Proyector Software Pspice Computadora e impresora Placa de cobre Ácido férrico Componentes diversos Multímetro Osciloscopio	4 horas
UNIDAD VI				
13	Analizar la transducción de variables físicas, mediante la utilización de equipos de medición eléctrica para obtener una estimación del estado del sistema o proceso, en forma ordenada y sistemática.	Se utilizarán sensores de temperatura, presión y la electrónica necesaria para observar en los aparatos de medición como el voltaje varía al variar las variables de entrada a los sensores.	Sensor de presión Sensor de temperatura Componentes diversos Protoboard Multímetro Osciloscopio	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre :
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente):
Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, el alumno recibirá los fundamentos concernientes a los métodos de medición de componentes en circuitos eléctricos simples. En sesiones de taller se desarrollarán ejercicios prácticos en el pizarrón con la participación de los alumnos, en los que identifique y explore los conceptos básicos; siguiendo con dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios, siendo el maestro un monitor y guía de estos. Por último, se recomienda los ejercicios de tarea en su modalidad individual y por equipos. Además, se realizarán prácticas de laboratorio de los temas vistos en clase.
Cuando se manejan conceptos nuevos en clase es conveniente que antes de finalizar esta se realice una mesa redonda o bien mesas de trabajo, donde los alumnos realicen una retroalimentación de la clase mediante la descripción de los conceptos y aplicación de estos.

Estrategia de aprendizaje (alumno):
A través del trabajo en equipo, sesiones de taller y experimentales, el alumno aplique los conceptos, principios y leyes que rigen a los fenómenos de la electricidad y magnetismo en el estudio de un sistema de esta naturaleza. Los reportes y la bitácora, elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas que, en conjunto con un proceso investigativo, lo posibiliten a ejecutar y presentar los cálculos y las mediciones hechas en un circuito de índole eléctrico o magnético.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Evaluaciones parciales (4)……60%

- Evidencia de desempeño 1…….....15%
  (Reportes en formato electrónico de prácticas de laboratorio
- Evidencia de desempeño 2…….....15%
  (Elaboración de una bitácora en formato electrónico)
- Tareas y trabajo en equipo……10%

Total…..100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Gibilisco, S. (2018). *Beginner's Guide to Reading Schematics* (4ª ed.). México: McGraw-Hill

Gibilisco, S., y Monk, S. (2016). *Teach Yourself Electricity and Electronics* (6ª ed.). México: McGraw-Hill

Grimnes, S. (2014). *Martinsen, Ørian. Bioimpedance and bioelectricity basics* (3ª ed.). Germany: Academic Press

Platt, C. (2014). Encyclopedia of Electronic Components *1: Resistors, Capacitors, Inductors, Switches, Encoders, Relays*. Estados Unidos: Maker Media

Platt, C., y Jansson, F. Encyclopedia of Electronic Components *2*: *LEDs, LCDs, Audio, Thyristors, Digital Logic, and Amplification*. Estados Unidos: Maker Media

Tsividis, Y. (2002). *A first lab in circuits and electronics*. Estados Unidos: Wiley [clásica]

Complementarias

Regtien, P. P. L. (2004). *Measurement Science for Engineers*. Estados Unidos: Butterworth-Heinemann [clásica]

Webster, J. G. (2017). *Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal and radiation measurement* (2ª ed.). Estados Unidos: CRC Press

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería, en Física o área afín, Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Experiencia profesional en el área de Bioingeniería o Electrónica y como docente en el área de Bioingeniería. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. IDENTIFICATION DATA

1. **Academic Department**: Faculty of Engineering, Mexicali; Faculty of Engineering, Architecture and Design, Ensenada; and School of Sciences of Engineering and Technology, Valle de las Palmas.

2. **Study Program(s):** Bioengineering

3. **Syllabus Validity:**

4. **Name of Learning Unit:** Principles of Bioelectric Measurements

5. **Code**:

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Stage of formation to which belongs**: Disciplinary

8. **Type of Learning Unit**: Obligatory

9. **Requirements for enrollment in learning unit:** Electricity and Magnetism

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

PUA Formulated by: **Signature**

Víctor Alonso Parra Pacheco
Paúl Medina Castro
Miguel Enrique Bravo Zanoguera
Ángel Ramírez Fuentes

Date: October 30th , 2018

Approved by: **Signature**

Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista

II. GENERAL PURPOSE OF THE COURSE

The purpose of this course is to know the principles of electrical measurement techniques and apply them in typical circuit scenarios that are found in the practice of bioengineering; These electricity and bioelectricity scenarios consist of power sources, standard components and distribution elements.

This course will form quantitative skills and tools in the student, as well as give him a certainty to obtain correct measurements that will help him to advance in the aspects of biomedical instrumentation. The course is taught in the disciplinary stage, is mandatory and requires prior course of the subject of Electricity and Magnetism, it is also recommended to master the English language and contributes to the area of knowledge of Engineering Sciences.

III. COURSE COMPETENCIES

Apply electrical measurement techniques through scientific knowledge, technological principles and the proper use of measuring instruments, to make measurements with the least possible error, with a responsible attitude and confidence.

IV. EVIDENCE OF PERFORMANCE

1. Development of practices in the laboratory.
The report related to each practice must be delivered in the specified format and include: cover, introduction, objective, theoretical framework, experimental development, discussion of results, conclusions and bibliographical references.
2. Portfolio of evidences that includes the solution of exercises and problems induced in workshops, tasks and research work.

V. COURSE CONTENT DISTRIBUTION

UNIT I. Fundamentals of applied electricity

Student Competence:

Interpret the concepts and principles of applied electricity, based on the use of scientific foundations, instrumentation, technology and theoretical-practical methods, for the solution of everyday problems and of engineering, with responsibility and willingness for collaborative work.

Content: **Duration:** 3 hours

1.1 Units of electrical measurements
1.2 Concepts of applied electricity
    1.2.1 Voltage, current and power
    1.2.2 Direct current (DC) and alternating current (AC).
1.3 Identification of electrical and electronic components, symbols, physical appearance (encapsulation) and function (model).
    1.3.1 Passive components
    1.3.2 Active components (semiconductors)
    1.3.3 Instruments for measuring passive components
1.4 Block and schematic diagram: how to read interconnectivity.

UNIT II. Electrical measurement instruments

Student Competence:

Use measurement instruments for relevant electrical magnitudes in the industrial and professional field, following the recommendations of the equipment manuals, to obtain data in a correct and precise way, with a practical attitude, responsible, with order and confidence.

Content: **Duration:** 3 hours

2.1 Instruments that compose a basic measurement bench.
- 2.1.1 Ammeters, voltmeters, ohmmeters
- 2.1.1 Power supply
- 2.1.2 Bench multimeter
- 2.1.3 Oscilloscope
- 2.1.4 Function generator
- 2.1.5 Handheld multimeter.

2.2 PC interface for data communication.
2.3 Error estimate
2.4 Limits of operation and protection circuits

UNIT III. Measurement of voltage and current in circuits

Competence:

Use the measurement method and the appropriate instrument for a particular application, through the assembly of a measurement experiment, for the data recording of a physical magnitude, with order and responsibility in compliance with safety and hygiene standards.

Content: **Duration:** 4 hours

3.1 Measurement of DC and AC voltage and current.
3.2 Electrical impedance, measurement of RC circuits, transient and frequency response.
3.3 Sources of noise and error
3.4 Functional characteristics to express the relationship between measurements of two values: Decibel, amplification and signal-to-noise ratio.

UNIT IV. Introduction to bioelectricity and electrical measurements in the human body

Competence:

Classify the various bioelectrical potentials related to the systems of the human body through the analogy with electrical systems, to understand their clinical applications, with an attitude of service and respect.

Content: **Duration:** 2 hours

4.1 Ion current flow, resting potential, and Nernst-Planck equation
4.2 Model of equivalent circuit of cells, tissues and organs
4.3 Action potential and surface body potentials
4.4 Types of electrodes and clinical applications
4.5 Bioimpedance and applications

UNIT V. Tools for electronic design automation.
Competence: Virtually measure complex circuits, using software tools focused on the design of semiconductors and electronic products, to simulate the functionality of the components, with an honest, creative and proactive attitude.
Content: **Duration:** 2 hours 5.1 Schematic capture software 5.2 Software for circuit simulation 5.3 Software for manufacturing planning

UNIT VI. Instrumentation systems

Competence:

Classify the electrical transducers, choosing and coupling the suitable characteristics to be measured and recorded, to convert physical magnitudes such as temperature, pressure, flow, force and others into electrical signals, with an orderly and responsible attitude.

Content: **Duration:** 2 hours

6.1 Electrical transducers and transducer selection.
6.2 Signal conditioning and processing.
6.3 Digital analog conversion, sampling, quantization and coding.
6.4 Data acquisition system.

VI. STRUCTURE OF WORKSHOP PRACTICES				
Practice No.	**Proficiency**	**Description**	**Support materials**	**Duration**
UNIT I				
1	Identify the electrical components and use their mathematical model, through the revision of specifications and the solution of exercises, to demonstrate their existence and function, with order and attitude of analysis.	Identification of electrical and electronic components, symbols, physical appearance (encapsulation) and function (model). and how to know the connectivity in schematics.	Devices provided by the teacher. Exercises Calculator Notes	3 hours
UNIT II				
2	Ensure the proper conditions of the measuring instruments, through the procedures of the operation manual, to reduce the risk and the measurement error, with responsibility, order and confidence	Understand the Instruments that compose a basic measurement bench. Review manuals of the power supply, bench multimeter, oscilloscope, function generator and handheld multimeter.	Equipment operation manuals	3 hours
UNIT III				
3	Solve circuits conditions, through the methodology of linear circuits, to compare the results with those obtained in the experimental measurement, with an attitude of attention to the environment and order.	DC and AC voltage and current circuits exercises. Calculation of electrical impedance in RC circuits, expression of the relationship between measurements of two values: Decibel, amplification and signal-to-noise ratio.	Exercises Calculator Notes	4 hours
UNIT IV				
4	Recognize and discuss various clinical applications of biopotentials, through the relationship with the systems of	Calculations using the Nernst-Planck equation, demonstration of electrode types and various clinical applications.	Exercises Calculator Notes Presentation of biomedical	2 hours

	the human body, to understand the applications of bioelectricity, with an attitude of service and respect.		equipment	
UNIT V				
5	To learn the software tools for design of electronic products, through the revision of specifications and demonstrations of the suppliers, for the manufacture of a circuit sample, with honest, creative and proactive attitude.	Review of the schematic capture software for simulation of circuits and for the realization of a printed circuit board.	Specifications and demonstrations of commercial software, and example of a proposed circuit. Workshop manual Projector Computer Programming software Data storage unit	2 hours
UNIT VI				
6	Compare electrical transducers, to measure temperature and pressure, reviewing the convenient characteristics to be recorded and measured in a data acquisition system, with an orderly and responsible attitude.	Evaluation of pressure and temperature transducers, and low-cost data acquisition modules: National Instruments (USB-6009), Digilent (Analog Discovery)	Manufacturer data sheets	2 hours

VI. STRUCTURE OF LABORATORY PRACTICES				
Practice No.	**Proficiency**	**Description**	**Support materials**	**Duration**
UNIT I				
1	Be informed of the harmful effects of electric current on the human body by reviewing the established limits to realize the importance of working with safety measures, with responsibility.	The student will be previously provided with a reading about the rules regarding electrical safety. In the laboratory, students will be shown what happens to different sensitive materials when they are subjected to high enough currents to burn, emit light or deform materials. The student must present a report with his conclusions of the reading and what he observed in the experiment.	Readings. Current source. Ampmeter Materials sensitive to electric current	2 hours
2	Use the DVM, the capacitance meter and the inductance meter to make measurements of electrical components through the proper use of instruments, with responsibility and willingness to work in teams.	Different passive components will be provided for the student to measure their value with the corresponding device.	Capacitor meter Inductance meter Handheld multimeter Equipment manuals Passive components	2 hours
3	Verify the proper functioning of electrical circuits by following schematic diagrams to configure future measurement experiments with responsibility and in an orderly manner.	The student will be provided with an electrical circuit diagram to perform the physical interconnection of the components in the breadboard. It will be verified that the student performs a suitable circuit wiring, and as part of the review will be asked to perform continuity tests to verify the connections.	Power supply, multimeter, cables for connection, breadboard, capacitors, resistors and LED.	2 hours
UNIT II				

4	Apply electrical measurement techniques by using the direct current power supply, the bench multimeter, oscilloscope and function generator, to identify the different electrical parameters, working orderly and with discipline.	Students will be provided with diagrams of simple circuits that they must assemble in the breadboard and perform the measurement of different parameters of the same.	DC power supply, bench multimeter, oscilloscope, function generator, breadboard and different circuit elements. Documents: use of the DC power supply, multimeter, function generator and oscilloscope	4 hours
UNIT III				
5	Measure typical electrical circuits using the methodology for the operation of measuring instruments, to compare the results of their measurements with the calculated values using mathematical models, with reflective and ordered attitude according to the safety and hygiene standards of the laboratory.	Students will be provided with a direct current circuit diagram that they will have to assemble and measure voltage and current in different points on it.	Measuring equipment (basic bench) Practices manual	2 hours
6		Students will be provided with an alternating current circuit diagram that they will have to assemble and measure voltage and current in different points on it.	Measuring equipment (basic bench) Practices manual	2 hours
7		Students will be provided with an alternating current circuit diagram that they will have to assemble and measure the impedance at different points on it.	Measuring equipment (basic bench) Practices manual	2 hours
8		Students will be provided with a circuit diagram that must assemble and feed with a square signal in such a way to observe its transient response in the oscilloscope.	Measuring equipment (basic bench) Practices manual	2 hours
UNIT IV				
9	Apply an appropriate level of alternating current to the human body, to obtain the measurement of the impedance Z (module and phase between current and associated electrical voltage), with the help of an array of surface	Students will carry out the measurement of their electrical impedance safely. For this, they will be previously provided with readings that indicate how the measurement is carried out safely.	Measuring equipment (basic bench) Practices manual Electrodes Gel Alternating current source Oscilloscope	4 hours

	electrodes in a range of frequencies, following the rules of safety and hygiene of the laboratory.			
UNIT V				
10	Use the basic functions of schematic editing, to create your own electrical diagrams by using software in an orderly and efficient way.	The teacher will explain how to edit a circuit using the software and the student will execute these steps simultaneously. Then the student will be asked to do the editing of a given circuit.	Practice manual Projector Computer Pspice Software	2 hours
11	Observe the behavior of the energized components, by means of the Pspice simulator, for the correct use in applications, in a disciplined and efficient way.	Various circuits will be provided for the student to edit and simulate in the software.	Practice manual Projector Computer Pspice Software	2 hours
12	Design the template of a PCB board of a given circuit through the use of software and then proceed to its manufacture with a creative and proactive attitude.	The fabrication and soldering of a given printed circuit will be made, from its edition in the software to the placement of its components. Then its operation will be verified by continuity tests, and by observing its response in the oscilloscope.	Practice manual Projector Pspice Software Computer and printer Copper plate Ferric acid Various components Multimeter Oscilloscope	4 hours
UNIT VI				
13	Analyze the transduction of physical magnitudes, by using electrical measuring equipment to obtain an estimate of the state of a system or process, in an orderly and systematic manner.	Temperature sensors, pressure and the necessary electronics will be used to observe in the measuring devices how the voltage varies when the input to the sensors varies.	Pressure sensor Temperature sensor Various components Protoboard Multimeter Oscilloscope	2 hours

VII. ASSESSMENT METHODS

Course frame of reference:
On the first day of class, the teacher must establish the form of work, evaluation criteria, quality of academic work, and the rights and obligations of teacher and student.

Teaching strategy (educator):
Through the presentation by the teacher in an orderly and consistent manner, the student will receive the fundamentals concerning the methods of measuring components in simple electrical circuits. In workshop sessions, practical exercises will be developed on the blackboard with the participation of the students, in which they identify and explore the basic concepts; following with dynamics in working groups for the solution of exercises, being the teacher a monitor and guide of these. Finally, schoolwork exercises are recommended in individual and team modalities. In addition, laboratory practices of the topics seen in class will be carried out.

When new concepts are presented in class, it is advisable to have a work circle before the end of the session, where the students make a feedback of the class by describing the concepts and applying them.

Learning strategy (student):
Through teamwork, workshop and experimental sessions, the student applies the concepts, principles and laws that govern the phenomena of electricity and magnetism in the study of a system of this nature. The reports and the logbook, elaborated in strict adherence to reflection and criticism, will position the student in full recognition of the acquired skills that, together with a research process, make him able to execute and present the calculations and measurements made in an electric or magnetic circuit.

VIII. EVALUATION CRITERIA

The evaluation will be carried out permanently during the development of the learning unit as follows:

Accreditation criteria

- 80% attendance to have the right for ordinary exam and 70% attendance to be entitled for extraordinary examination according to the School Statute articles 71 and 72.
- Scores are scaled from 0 to 100, with a minimum approval of 60.

Evaluation criteria

Partial evaluations (4) 60%
- Evidence of performance 1 ..... 15%
  (Reports in electronic format of laboratory practices)
- Evidence of performance 2 ..... 15%
  (Preparation of a log in electronic format)
- Homeworks and teamwork 10%

Total 100%

IX. BIBLIOGRAPHY

Required	Suggested
Gibilisco, S. (2018). *Beginner's Guide to Reading Schematics* (4th ed.). México: McGraw-Hill Gibilisco, S., y Monk, S. (2016). *Teach Yourself Electricity and Electronics* (6th ed.). México: McGraw-Hill Grimnes, S. (2014). *Martinsen, Ørian. Bioimpedance and bioelectricity basics* (3th ed.). Germany: Academic Press Platt, C. (2014). Encyclopedia of Electronic Components *1: Resistors, Capacitors, Inductors, Switches, Encoders, Relays* (1st ed.). United States: Maker Media Platt, C., y Jansson, F. Encyclopedia of Electronic Components *2*: *LEDs, LCDs, Audio, Thyristors, Digital Logic, and Amplification*. United States: Maker Media Tsividis, Y. (2002). *A first lab in circuits and electronics*. United States: Wiley [clásica]	Regtien, P. P. L. (2004). *Measurement Science for Engineers*. United States: Butterworth-Heinemann [clásica] Webster, J. G. *Measurement, instrumentation, and sensors handbook: spatial, mechanical, thermal and radiation measurement* (2nd ed.). United States: CRC Press

X. PROFESSOR PROFILE

The teacher of this subject must have initial training in Engineering, in Physics or related area, Master or Doctorate in Science or Engineering. Professional experience in the area of Bioengineering or Electronics and as a teacher in the area of Bioengineering. In addition, it must manage information technologies, communicate effectively and facilitate collaboration. Be a proactive, innovative, analytical, responsible person, with a high sense of ethics and capable of proposing methodical solutions to a given problem, with a vocation of service to teaching.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Circuitos Lineales

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Norma Alicia Barboza Tello	
Miguel Alejandro Díaz Hernández	
Roberto López Avitia	
Ángel Ramírez Fuentes	
Juan Carlos García Gallegos	
Fecha: 30 de octubre de 2018	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta asignatura proporciona al estudiante métodos de análisis de circuitos eléctricos a través de la aplicación de las leyes que los rigen, es un curso básico que proporciona conocimientos importantes para su aplicación en cursos de mayor nivel de complejidad como amplificadores de bioseñales y bioinstrumentación; se ubica en la etapa disciplinaria de carácter obligatorio y constituye una base sólida para el análisis de sistemas en Bioingeniería. Contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Examinar e implementar circuitos eléctricos, a través de la utilización de métodos analíticos, para comprender el principio de funcionamiento de instrumentos básicos de medición, con una actitud crítica, honesta y responsable

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Diseña un circuito eléctrico para resolver un problema relacionado al área de circuitos lineales y entrega informe que cumpla con los siguientes requisitos: introducción, planteamiento del problema, metodología, resultados y conclusiones.
2. Portafolio de evidencias que integre los siguientes reportes:
   Reportes de prácticas de laboratorio que muestran la simulación, análisis y construcción de circuitos eléctricos lineales.
   Resolución de ejercicios de circuitos eléctricos realizados a través de talleres y tareas del curso.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a los circuitos eléctricos

Competencia:
Identificar los componentes básicos de los circuitos lineales, a través del estudio de las leyes básicas de corriente y voltaje, para comprender su aplicación en el funcionamiento básico de instrumentos de medición, con actitud proactiva, honesta y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 Sistemas de unidades
1.2 Conceptos básicos
- 1.2.1 Carga y corriente
- 1.2.2 Voltaje
- 1.2.3 Potencia y energía
- 1.2.4 Elementos de circuitos (resistores, tipos de fuentes)

1.3 Leyes básicas
- 1.3.1 Ley de Ohm
- 1.3.2 Ley de Voltajes de Kirchhoff
- 1.3.3 Ley de Corrientes de Kirchhoff

1.4 Conexiones de circuitos
- 1.4.1 Resistores en serie
- 1.4.2 Divisor de voltaje
- 1.4.3 Resistores en paralelo
- 1.4.4 Divisor de corrientes

UNIDAD II. Métodos de análisis de circuitos

Competencia:
Construir circuitos eléctricos, a través de diferentes métodos de análisis, para comprender los principios básicos de funcionamiento de distintos instrumentos de medición, con actitud honesta, responsable y propositiva.

Contenido: **Duración:** 10 horas

2.1 Análisis de nodos
- 2.1.1 Análisis de nodos con fuentes dependientes
- 2.1.2 Supernodos

2.2 Análisis de mallas
- 2.2.1 Análisis de mallas con fuentes dependientes
- 2.2.2 Supermallas

2.3 Teoremas de circuitos
- 2.3.1 Teorema de linealidad
- 2.3.2 Superposición de fuentes
- 2.3.3 Transformación de fuentes
- 2.3.4 Teorema de Thévenin
  - 2.3.4.1 Teorema de máxima transferencia de potencia
- 2.3.5 Teorema de Norton

UNIDAD III. Combinaciones de circuitos

Competencia:
Determinar el funcionamiento de los circuitos de primer orden, a través del estudio de combinaciones de elementos de circuitos, para identificar su aplicación en el diseño de circuitos aplicados a la bioingeniería, con actitud crítica, responsable y honesta.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1 Capacitores
- 3.1.1 Capacitores en serie y en paralelo

3.2 Inductores
- 3.1.2 Inductores en serie y en paralelo

3.3 Circuitos de primer orden
- 3.3.1 Circuitos RC sin fuente
- 3.3.2 Circuitos RL sin fuente
- 3.3.3 Respuesta escalón de un circuito RC
- 3.3.4 Respuesta escalón de un circuito RL

3.4 Circuitos de segundo orden
- 3.4.1 Circuito RLC en serie sin fuente
- 3.4.2 Circuito RLC en paralelo sin fuente
- 3.4.3 Respuesta escalón de un circuito RLC en serie
- 3.4.4 Respuesta escalón de un circuito RLC en paralelo

UNIDAD IV. Análisis senoidal en estado estable

Competencia:
Analizar circuitos de segundo orden, a través del estudio de las diferentes leyes de circuitos, para identificar su función en el diseño de instrumentos de medición, con actitud responsable, honesta y propositiva.

Contenido: **Duración:** 8 horas

4.1 Senoides y fasores
- 4.1.1 Relaciones fasoriales de elementos de circuitos
- 4.1.2 Impedancia y admitancia
- 4.1.3 Leyes de Kirchhoff en el dominio frecuencial

4.2 Análisis senoidal en el estado estable
- 4.2.1 Análisis nodal
- 4.2.2 Análisis de mallas
- 4.2.3 Teorema de superposición
- 4.2.4 Transformaciones de fuentes
- 4.2.5 Circuitos equivalentes de Thévenin y Norton

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los conceptos básicos de circuitos eléctricos, a través de revisión bibliográfica, para determinar los conceptos básicos de circuitos, con actitud propositiva, responsable y honesta.	Se integran en equipos de máximo 4 integrantes, se revisa la información bibliográfica básica para desarrollar y entregar un mapa mental que incluya los conceptos básicos de circuitos.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	1 hora
2	Analizar las Leyes fundamentales de circuitos, a través de la solución de ejercicios relacionados a las mismas, para identificar las diferencias entre una ley y otra, con actitud crítica y responsable.	El docente expone la clase y entrega un documento con ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se apliquen las leyes de Ohm, y de Kirchhoff. Se discuten los resultados obtenidos entre todo el grupo.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	2 horas
UNIDAD II				
3	Ejercitar circuitos eléctricos, a través del Método de Análisis de Nodos, para conocer el voltaje de nodo de un circuito, con actitud responsable y honesta.	El docente expone la clase y entrega un documento con ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se aplique el Método de Análisis de Nodos. Se discuten los resultados obtenidos entre todo el grupo.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	1 hora
4	Contrastar circuitos eléctricos, a través del Método de Análisis de Mallas, para conocer la corriente de malla de un circuito con actitud responsable y honesta.	El docente expone la clase y entrega un documento con ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se aplique el Método de Análisis de Mallas. Se discuten los resultados obtenidos entre todo el grupo.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	1 hora
5	Analizar circuitos eléctricos, a través de la aplicación de los	El docente expone la clase y entrega un documento con	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	1 hora

	teoremas de linealidad y superposición de fuentes, para conocer las variables de voltaje y de corriente de un circuito, con actitud responsable y honesta.	ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se apliquen los teoremas de linealidad y superposición de fuentes. Se discuten los resultados obtenidos entre todo el grupo.		
6	Analizar circuitos eléctricos, a través de la aplicación del teorema de transformación de fuentes, para conocer las variables de voltaje y de corriente de un circuito, con actitud responsable y honesta	El docente expone la clase y entrega un documento con ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se aplique el teorema de transformación de fuentes. Se discuten los resultados obtenidos entre todo el grupo.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	1 hora
7	Analizar circuitos eléctricos, a través de la aplicación de los teoremas de Thévenin y Norton, para encontrar los circuitos equivalentes, con actitud responsable y honesta	El docente expone la clase y entrega un documento con ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se aplique los teoremas de Thévenin y de Norton. Se discuten los resultados obtenidos entre todo el grupo.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	1 hora
UNIDAD III				
8	Determinar la diferencia entre un circuito RC y RL, a través de la solución de problemas relacionados con los circuitos de primer orden, para comprender el principio de funcionamiento de los capacitores e inductores, con actitud propositiva, honesta y responsable.	Se realiza una Investigación bibliográfica sobre las características de cada uno de los componentes. El docente expone la clase y entrega un documento con ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se analizan circuitos RC y RL sin fuente.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	2 horas
9	Analizar circuitos RLC, a través de la solución de problemas relacionados con los circuitos de segundo orden, para comprender	Se realiza una Investigación bibliográfica sobre las características de cada uno de los componentes y la forma de	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	2 horas

	el principio de funcionamiento de circuitos combinados, con actitud propositiva, honesta y responsable.	conexión de los circuitos RLC. El docente expone la clase y entrega un documento con ejercicios propuestos a resolver en equipos de 4 integrantes, donde se analizan circuitos RCL en serie y en paralelo sin fuente. Se discuten los resultados obtenidos entre todo el grupo.		
UNIDAD IV				
10	Determinar los conceptos de impedancia y admitancia, a través del estudio de las relaciones fasoriales de elementos de circuitos, para conocer su aplicación en circuitos de segundo orden, con actitud honesta, responsable y propositiva.	Se integran en equipos de máximo 4 integrantes. Realizan una investigación bibliográfica sobre relaciones fasoriales. Derrollan y entregan un mapa mental que relacione los conceptos de inductancia y capacitancia con impedancia y admitancia.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	2 horas
11	Aplicar técnicas de análisis de circuitos, a través del cálculo de los parámetros de un circuito de segundo orden, para comprender su aplicación en instrumentos básicos de medición, con actitud honesta, responsable y propositiva.	Se integran en equipos de màximo 4 integrantes. Entregan de documento con la solución de ejercicios propuestos por el profesor donde se aplique una de las técnicas de análisis de circuitos en circuitos de segundo orden.	Bibliografía recomendada, lápices o plumas, hojas limpias.	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Comprender la Ley de Ohm, a través de la utilización de un simulador de circuitos, para identificar su utilidad en el diseño de circuitos eléctricos, con actitud honesta y responsable.	En parejas se elabora un circuito en un programa simulador (Se recomienda Multisim de National Instruments). Se realizan mediciones virtuales de corriente y voltaje. Se comprueban los resultados de las mediciones a través de un cálculo analítico.	Computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
2	Determinar las características de una conexión serie, a través de la implementación de circuitos en una tablilla de pruebas, para comprender la Ley de voltajes de Kirchhoff, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se construyen circuitos serie en una tablilla de pruebas para medir voltajes en cada elemento y se comparan los resultados con los obtenidos a través de un programa simulador de circuitos. Se recomienda Multisim de National Instruments.	Resistores de diferentes valores, tablilla de pruebas (protoboard), fuente de alimentación, cables para fuente (banana-caimán), multimetro, computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
3	Determinar las características de una conexión paralelo, a través de la implementación de circuitos en una tablilla de pruebas para comprender la Ley de corrientes de Kirchhoff, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se practica el armado de circuitos de conexión en paralelo en tablilla de pruebas para medir corrientes en cada elemento y se comparan los resultados con los obtenidos a través de un programa simulador de circuitos. Se recomienda Multisim de National Instruments.	Resistores de diferentes valores, tablilla de pruebas (protoboard), fuente de alimentación, cables para fuente (banana-caimán), multimetro, computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
UNIDAD II				
4	Determinar el Método de Análisis de Nodos, a través de la implementación de circuitos en una tablilla de pruebas, para	En parejas se arman circuitos compuestos de varios nodos en una tablilla de pruebas para medir el voltaje en cada nodo y se	Resistores de diferentes valores, tablilla de pruebas (protoboard), fuente de alimentación, cables para fuente (banana-caimán),	2 horas

	conocer el voltaje de nodos en un circuito, con actitud propositiva, honesta y responsable.	comparan los resultados con los obtenidos a través de un programa simulador de circuitos. Se recomienda Multisim de National Instruments.	multimetro, computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	
5	Aplicar el Método de Análisis de Mallas, a través de la implementación de circuitos en una tablilla de pruebas, para determinar la corriente de malla en un circuito, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se arman circuitos compuestos de varias mallas en una tablilla de pruebas para medir la corriente en cada malla y se comparan los resultados con los obtenidos a través de un programa simulador de circuitos. Se recomienda Multisim de National Instruments.	Resistores de diferentes valores, tablilla de pruebas (protoboard), fuente de alimentación, cables para fuente (banana-caimán), multimetro, computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
6	Comprobar el Teorema de Superposición de Fuentes, a través de la implementación de circuitos con dos fuentes independientes en una tablilla de pruebas, para comprender la función de una fuente de alimentación en un circuito, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se arman circuitos alimentados con dos fuentes de voltaje, para comprobar el teorema de superposición y se comprueban los resultados en un programa simulador de circuitos. Se recomienda Multisim de National Instruments.	Resistores de diferentes valores, tablilla de pruebas (protoboard), fuente de alimentación, cables para fuente (banana-caimán), multimetro, computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
7	Comprobar el Teorema de Transformación de Fuentes, a través de la implementación de circuitos equivalentes en una tablilla de pruebas, para comprender técnicas de análisis de circuitos, con actitud responsable y honesta.	En parejas se arma un circuito con varias fuentes independientes de corriente en un programa simulador de circuitos (Se recomienda Multisim de National Instruments) y se mide el voltaje de salida del circuito. Se realizam los cálculos necesarios para la obtención de circuito equivalente con fuentes de voltaje y se implementa en una tablilla de pruebas, se mide el voltaje a la salida del circuito con un multimetro medición de voltaje de	Resistores de diferentes valores, tablilla de pruebas (protoboard), fuente de alimentación, cables para fuente (banana-caimán), multimetro, computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	2 horas

		salida. Se comparan los resultados obtenidos por ambos métodos.		
8	Comprender los teoremas de Thévenin y Norton, a través de la implementación de circuitos eléctricos en una tablilla de pruebas, para comprender la utilidad de un circuito equivalente en el diseño de circuitos de instrumentación básicos, con actitud propositiva, autodidacta y responsable.	En parejas se obtienen los circuitos equivalentes de Thévenin y Norton de diferentes circuitos simulados en multisim. Se implementan en la tablilla de pruebas. Se comparan los resultados.	Resistores de diferentes valores, tablilla de pruebas (protoboard), fuente de alimentación, cables para fuente (banana-caimán), multimetro, computadora con un programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
UNIDAD III				
9	Determinar la respuesta de un circuito RC, a través de la aplicación de una función escalón, para identificar su utilidad en la adquisición de bioseñales, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se arman circuitos RC en una tablilla de pruebas, se alimentan con una función escalón y se observan en el osciloscopio las respuestas para diferentes valores de capacitancia.	Resistores de diferentes valores, capacitores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán).	2 horas
10	Determinar la respuesta de un circuito RL, a través de la aplicación de una función escalón, con el objetivo de identificar su aplicación en la adquisición de bioseñales, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se arman circuitos RL en una tablilla de pruebas, se alimentan con una función escalón en el osciloscopio se observan las respuestas para diferentes valores de inductancia.	Resistores de diferentes valores, inductores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán).	2 horas
11	Determinar la respuesta de un circuito RLC serie, a través de la aplicación de una función escalón, con el objetivo de identificar su aplicación en la adquisición de bioseñales, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se arman circuitos RLC serie en una tablilla de pruebas, se alimentan con una función escalón y se observan en el osciloscopio las respuestas para diferentes valores de capacitancia e inductancia.	Resistores de diferentes valores, inductores, capacitores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán).	2 horas
12	Determinar la respuesta de un circuito RLC paralelo, a través de la aplicación de una función	En parejas se arman circuitos RLC paralelo en una tablilla de pruebas, se alimentan con una función	Resistores de diferentes valores, inductores, capacitores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de	2 horas

	escalón, con el objetivo de identificar su aplicación en la adquisición de bioseñales, con actitud propositiva, honesta y responsable.	escalón y se observan en el osciloscopio las respuestas para diferentes valores de capacitancia e inductancia.	funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán).	
UNIDAD IV				
13	Aplicar los Métodos de Análisis de Nodos y de Mallas, a través de la implementación de circuitos de segundo orden en una tablilla de pruebas, para conocer el voltaje de nodos y las corrientes de malla en un circuito, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se arman circuitos compuestos de varios nodos y mallas en una tablilla de pruebas para medir el voltaje en cada nodo y la corriente en cada malla y se comprueban las mediciones en un programa simulador de circuitos (se recomienda Multisim de National Instruments)	Resistores de diferentes valores, inductores, capacitores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán), computadora con programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
14	Aplicar el Teorema de Superposición de Fuentes, a través de la implementación de circuitos de segundo orden con dos fuentes independientes en una tablilla de pruebas, para comprender la función de una fuente de alimentación en un circuito, con actitud propositiva, honesta y responsable.	En parejas se arman circuitos alimentados con dos fuentes de voltaje, para comprobar el teorema de superposición.	Resistores de diferentes valores, inductores, capacitores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán), computadora con programa simulador de circuitos instalado.	2 horas
15	Aplicar el Teorema de Transformación de Fuentes, a través de la implementación de circuitos equivalentes de segundo orden en una tablilla de pruebas, para comprender técnicas de análisis de circuitos, con actitud responsable y honesta.	Se arma un circuito con varias fuentes independientes de corriente en un programa simulador de circuitos y se mide el voltaje de salida. Realizan cálculos para la obtención del circuito equivalente con fuentes de voltaje, se arma en una tablilla de pruebas y se mide el voltaje de salida. Se comprueban las mediciones en un programa simulador de circuitos (se recomienda Multisim de	Resistores de diferentes valores, inductores, capacitores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán), computadora con programa simulador de circuitos instalado.	2 horas

		National Instruments)		
16	Aplicar los teoremas de Thévenin y Norton, a través de la implementación de circuitos eléctricos en una tablilla de pruebas, para comprender la utilidad de un circuito equivalente en el diseño de circuitos de instrumentación básicos, con actitud propositiva, autodidacta y responsable.	Obtención de los circuitos equivalentes de Thévenin y Norton de diferentes circuitos a través de un programa simulador de circuitos. Se implementan en la tablilla de pruebas y se comparan los resultados.	Resistores de diferentes valores, inductores, capacitores, tablilla de pruebas, multimetro, generador de funciones, osciloscopio, puntas de osciloscopio, puntas de generador de funciones (BNC-Caimán), computadora con programa simulador de circuitos instalado.	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Técnica expositiva con el apoyo de material didáctico como presentaciones o videos.
Relacionar la aplicación de los temas revisados a la bioingeniería, a través del aprendizaje basado en problemas y la implementación de ejercicios prácticos.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Investigación bibliográfica, elaboración de informes de práctica y la realización de organizadores lógicos para fomentar el aprendizaje autónomo; así como la resolución de ejercicios prácticos como simulación de circuitos a través de software especializado y construcción de circuitos en tablilla para favorecer el aprendizaje colaborativo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluación parcial (3) …….45%
- Evidencia de desempeño 1… ……...25%
  (Diseño del Circuito)
- Evidencia de desempeño 2…….35%
  (Portafolio de evidencias)
  Total…100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Alexander, C. K., Sadiku, M. N. O., (2013). *Fundamentos de circuitos eléctricos* (5ª ed.). México: McGraw-Hill. [clásica] Hayt, W.H. Jr., Kemmerly, J.E., Durbin, S. M., (2012). *Engineering Circuit Analysis* (8ª ed.). México: Editorial McGraw-Hill. [clásica]	Robbins, A., y Miller, W. C. (2008). *Análisis de circuitos eléctricos. Teoría y práctica* (4ª ed.). México: Cengage Learning. Thomas, R. E., Rosa, A. J., Toussaint G. J., (2012). *The analysis and design of linear circuits* (7ª ed.). Estados Unidos: John Wiley & Sons.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título de ingeniero electrónico, eléctrico o área afín, se sugiere que cuente con maestría o doctorado en el área de ciencias de la ingeniería. Se recomienda que cuente con experiencia laboral o docente de dos años en el área de ingeniería; debe ser paciente, proactivo, ser promotor del trabajo colaborativo y tener dominio del grupo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Bioquímica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Química Orgánica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Priscy Alfredo Luque Morales	
Angélica López Izquierdo	
Ana Leticia Iglesias	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito del curso es que el estudiante se familiarice con la estructura y funcionamiento de las biomoléculas, de las principales vías metabólicas, así como, de las enzimas que catalizan estos procesos, como una base para el diseño de instrumentación biomédica y aplicaciones en procesos biotecnológicos y tecnologías verdes. La unidad de aprendizaje Bioquímica se encuentra dentro de la etapa disciplinaria como asignatura obligatoria del programa educativo Bioingeniero y contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la función catalítica y la integración de procesos bioquímicos, para reconocer las posibilidades del uso de las enzimas, metabolitos y vías metabólicas en la producción y diseño de dispositivos, materias primas para bioempresas y procesos de fabricación de tecnologías verdes, mediante el análisis y relación de los principios químicos y fisicoquímicos que rigen el funcionamiento de los seres vivos mostrando un enfoque colaborativo en equipos multidisciplinarios.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Portafolio de evidencias: casos resueltos, recopilación de investigaciones, informes de laboratorio, ejercicios, ensayos de investigación bibliográfica que contengan la fundamentación teórica, la metodología y la discusión de resultados sobre temas de biocatálisis, bioenergética, vías metabólicas y casos de estudio resueltos sobre biomoléculas, catálisis enzimática, vías metabólicas y biosíntesis de proteínas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Organización bioquímica de la célula

Competencia:
Establecer la relación estructura-función a nivel celular y fisiológico, a través de las características físicas y químicas del agua para comprender las relaciones bioquímicas, utilizando un lenguaje claro y preciso, con una actitud respetuosa hacia la complejidad de los seres vivos.

Contenido: **Duración:** 3 horas

1.1. Ambiente celular, agua y solutos
- 1.1.1. Estructura y función celular
- 1.1.2. Estructura molecular del agua

1.2. Interacciones no covalentes
- 1.2.1. Interacción Iónica
- 1.2.2. Fuerzas de Van der Waals
- 1.2.3. Puente de Hidrogeno

1.3. Propiedades Físicas del agua: solvente
- 1.3.1. Moléculas hidrofílicas
- 1.3.2. Moléculas hidrofóbicas y sus efectos

1.4. Propiedades químicas del agua
- 1.4.1. Ionización del agua
- 1.4.2. Ácidos, bases y pH
- 1.4.3. Soluciones amortiguadoras

UNIDAD II. Aminoácidos y proteínas: estructura y función

Competencia:
Identificar la estructura y propiedades de los aminoácidos para el análisis de la forma y función de las proteínas con un enfoque de aplicación en problemas relacionados con la bioingeniería, trabajando de manera colaborativa y proactiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

- 2.1 Aminoácidos estructura, propiedades y clasificación
  - 2.1.1. Cadenas polares, no polares o con carga.
  - 2.1.2. Nomenclatura: nombre corto y sistema de abreviaturas
  - 2.1.3. Aminoácidos proteicos
  - 2.1.4. Los aminoácidos como ácidos y bases
    - 2.1.4.1. pKa de grupos ionizables
  - 2.1.5. Reacciones de aminoácidos
  - 2.1.6. El enlace peptídico
  - 2.1.7. Péptidos
- 2.2. Proteínas
  - 2.2.1. Función biológica
  - 2.2.2. Estructura tridimensional de las proteínas
    - 2.2.2.1. Estructura primaria
    - 2.2.2.2. Estructura secundaria
    - 2.2.2.3. Estructura terciaria
    - 2.2.2.4. Estructura cuaternaria
  - 2.2.3. Desnaturalización de proteínas
    - 2.2.3.1. pH y Temperatura
  - 2.2.4. Proteínas globulares y fibrosas
  - 2.2.5. Caracterización, purificación y análisis
    - 2.2.5.1. Cromatografía
    - 2.2.5.2. Electroforesis
    - 2.2.5.3. Aplicación de conceptos a métodos de purificación y análisis: factor de dilución, diagramas de flujo.

UNIDAD III. Enzimas: estructura y función

Competencia:
Relacionar la estructura, clasificación y funcionamiento de las enzimas en el estudio de los procesos metabólicos en los que intervienen, para reconocer la función de éstas en los procesos biotecnológicos y tecnologías verdes, mediante el estudio de sus propiedades cinéticas y estructurales, trabajando de manera colaborativa, con una actitud creativa e innovadora.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1. Nomenclatura
3.2. Propiedades de las enzimas
3.3. Clasificación de las enzimas
3.4. Cinética enzimática
- 3.4.1. Modelo de Michaelis-Menten en la cinética enzimática
- 3.4.2. Inhibición de enzimas
- 3.4.3. Inhibición reversible
- 3.4.4. Inhibición irreversible
- 3.4.5. Modificaciones covalentes
- 3.4.6. Enzimas alostéricas
  - 3.4.6. 1. Efectores positivos y negativos
- 3.4.7. Mecanismos de reacción

3.5. Enzimas en la bioingeniería
3.6. Casos de estudio: aplicaciones en la biotecnología ambiental, procesos industriales, producción de nuevos biomateriales, industria médica.

UNIDAD IV. Fundamentos de metabolismo y bioenergética

Competencia:
Analizar la estructura y función de biomoléculas, para la comprensión de sus principales vías metabólicas y la interdependencia entre los ciclos bioquímicos, a través de la construcción de esquemas y diagramas, con una actitud constructiva e integradora.

Contenido: **Duración:** 7 horas

4.1 Bioenergética
- 4.1.1. Energética bioquímica
- 4.1.2. Espontaneidad de las reacciones bioquímicas
- 4.1.3. La vida y la termodinámica
  - 4.1. 3.1. Leyes de la termodinámica y los sistemas biológicos
  - 4.1.3.2. Energía libre y cambios de energía libre

4.2. ATP
- 4.2.1. Potencial de transferencia de grupo fosfato

4.4. Metabolismo de carbohidratos
- 4.4.1. Glucólisis
- 4.4.2. Gluconeogénesis

4.5. Ciclo de Krebs

4.6. β-oxidación

4.7. Metabolismo de las proteínas
- 4.7.1. Ciclo de la urea

UNIDAD V. Potenciales redox y pocesos biológicos

Competencia:
Aplicar los fundamentos de los procesos de óxido-reducción a sistemas biológicos, para reconocer la importancia de la función de las coenzimas dentro del metabolismo, mediante la resolución de ejercicios teóricos y prácticos, fomentando el trabajo colaborativo y respeto.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1. Transporte de electrones y fosforilación oxidativa
5.2. La mitocondria
  5.2.1. Importancia de la estructura mitocondrial en la producción de ATP
5.3. Potenciales de reducción en la cadena de transporte de electrones
5.4. La conexión entre el transporte de electrones y la fosforilación
5.5. Mecanismos de lanzadera
5.6. Reacciones de oxido-reducción
  5.6.1. NAD+ y FAD como acarreadores de electrones
  5.6.2. Ecuación de Nernst y espontaneidad de las reacciones

UNIDAD VI. Aplicaciones enzimáticas

Competencia:
Discutir la función de las enzimas en el diseño y producción de productos biomédicos y procesos biotecnológicos, para identificar su importancia en aplicaciones biotecnológicas, mediante la revisión bibliográfica, con actitud crítica y respeto al ser humano y al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

6.1. Introducción a la biosíntesis de proteínas
6.2. Enzimas para la bioingeniería
  6.2.1. Productos proteicos recombinantes
  6.2.2. Aplicaciones biotecnológicas
  6.2.3. Aplicaciones médicas.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Aplicar los conceptos de agua, pH, pOH, amortiguadores y concentración, para la resolución de ejercicios teóricos mediante el uso de formulas relacionadas con una actitud analítica, reflexiva y tolerante al trabajo en equipo.	Resolución de ejercicios de pH, pOH, amortiguadores.	Pizarrón, tabla periódica, calculadora, cuaderno de trabajo.	2 horas
UNIDAD II				
2	Aplicar el método científico para entender las propiedades y comportamiento de los aminoácidos y proteínas, mediante el análisis de la estructura y grupos funcionales de manera lógica, organizada y creativa.	Resolución de ejercicios en donde se escriba la estructura de aminoácidos y péptidos y su comportamiento a diferentes valores de pH.	Pizarrón, tabla de aminoácidos con estructura, pK y pI, cuaderno de trabajo.	2 horas
3	Comparar las técnicas de caracterización, purificación y análisis de proteínas para determinar su aplicación, mediante la determinación de las características de cada técnica con una actitud critica, objetiva y de respeto al medio ambiente.	Elaboración de cuadro sinóptico que contenga las características de cada técnica (cromatografía, electroforesis, precipitación, degradación de Edman, etc.).	Base de datos, cuaderno de trabajo.	2 horas
UNIDAD III				
3	Calcular concentración de proteínas y factores de dilución para el análisis de resultados, mediante la resolución de ejercicios teóricos que ayuden a identificar el procedimiento para la cuantificación de proteínas con actitud objetiva, reflexiva y con respeto al medio ambiente.	Resolución de ejercicios en donde se determine la concentración de proteínas y factores de dilución.	Pizarrón, calculadora, cuaderno de trabajo.	1 hora
4	Calcular los parámetros cinéticos de una reacción catalizada por una	Resolución de ejercicios de Vmax y Km en donde se aplique la ecuación	Pizarrón, calculadora, cuaderno de trabajo.	1 hora

	enzima, para la caracterización de un par enzima-sustrato, mediante la resolución de ejercicios teóricos con la finalidad de aplicarlos en problemas reales con responsabilidad y respeto al medio ambiente.	de Michaelis y el método de Lineweaver y Burk.		
UNIDAD IV				
5	Identificar las biomoléculas mediante su clasificación y estructura para distinguir su función en los procesos bioquímicos de forma proactiva e innovadora.	Elaboración de una ficha descriptiva de: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos en donde se incluya el nombre de la molécula, el nombre de los monómeros si existen, importancia bioquímica, ubicación celular, ejemplo de aplicación en la biotecnología.	Base de datos, libros, cuaderno de trabajo.	1 hora
6	Analizar el papel del ATP, NAD+/NADH y moléculas orgánicas para la obtención de energía, mediante la integración de diferentes rutas metabólicas para la comprensión de la interdependencia de las rutas con una actitud propositiva, organizada y creativa.	Elaboración de un mapa catabólico (a mano), que incluya glucolisis, fermentación de glucosa a etanol, indicando paso a paso las reacciones que se llevan a cabo para degradar la glucosa y así obtener energía. Cálculo de la cantidad de ATP producido a partir del catabolismo de una molécula de glucosa en una célula aerobia y en una célula anaerobia. Indicando el procedimiento del cálculo.	Libros, cuaderno de trabajo.	2 horas
7	Determinar las implicaciones metabólicas del número de ATP obtenidos en el catabolismo de ácidos grasos, glucosa y proteínas, mediante la integración de diferentes rutas metabólicas para la comprensión de la interdependencia de las rutas con una actitud propositiva, organizada y creativa.	Elaboración de un mapa catabólico del ácido esteárico. Cálculo de ATP producidos a partir del catabolismo del ácido esteárico. Contestar: ¿Cómo se obtiene más energía, por catabolismo aerobio o anaerobio? ¿Es cierto que los ácidos grasos producen mayor energía que los azúcares?	Libros, cuaderno de trabajo.	2 horas

UNIDAD V				
7	Analizar la fosforilación oxidativa y la cadena de transporte de electrones que ocurre en las mitocondrias para Calcular la espontaneidad de las reacciones redox que ocurren en la mitocondria para definir su espontaneidad, mediante el cálculo de potencial estándar, con la finalidad de aplicar los fundamentos de los procesos REDOX en los sistemas biológicos con responsabilidad y respeto al medio ambiente.	Elaboración de un esquema de la mitocondria en donde se indiquen sus características y la localización de la fosforilación oxidativa y la cadena de transporte de electrones. Cálculo de espontaneidad de los pares redox de la cadena de transporte de electrones.	Libros, calculadora, cuaderno e trabajo.	3 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Aplicar el concepto de molaridad y dilución mediante la preparación de diferentes soluciones, para familiarizarse con el manejo de cálculos con una actitud critica y colaborativa.	Preparar diferentes soluciones a la concentración que el facilitador indique.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta.	2 horas
2	Evaluar las propiedades de las soluciones amortiguadoras, mediante la aplicación de los fundamentos teóricos del equilibrio ácido-base para preparar soluciones buffer de pH establecido, con responsabilidad y trabajo en equipo.	Preparar soluciones amortiguadoras al pH y concentración que establezca el facilitador.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta, potenciómetro, papel Hydrion (opcional).	2 horas
UNIDAD II				
3	Aplicar el concepto pH, pKa y punto isoeléctrico, mediante la titulación de diferentes soluciones de aminoácidos para comprender la ecuación de Henderson-Hasselbach y sus aplicaciones, con responsabilidad y con disposición al trabajo en equipo.	Titulación con HCl y/o NaOH de diferentes aminoácidos con la finalidad de determinar el número de grupos ionizables, el valor de pKa de cada grupo, el aminoácido que se titulo, las zonas de amortiguación y el punto isoeléctrico.	Soluciones de diferentes aminoácidos, HCl y NaOH, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta, potenciómetro, papel Hydrión (opcional).	3 horas
4	Observar la solubilidad y desnaturalización de las proteínas con varios agentes físicos y químicos mediante la aplicación de las técnicas experimentales de bioquímica y química analítica con una actitud propositiva y colaborativa.	Exponer una proteína conocida a diferentes agentes desnaturalizantes.	Agentes desnaturalizantes, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta.	3 horas
5	Aplicar la ley de Beer-Lambert para la identificación de moléculas biológicas, mediante su espectro de absorción con una actitud analítica y responsable.	Utilizar el espectrofotómetro para la identificación de diferentes moléculas.	Espectrofotómetro UV/Vis, solución de molécula(s) a identificar, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta.	3 horas
6	Determinar una característica intrínseca	Utilizar alguna técnica	Material básico de laboratorio (tubos	4 horas

	de una proteína, mediante la aplicación de técnicas que permitan la caracterización de proteínas, con una actitud critica e innovadora.	(electroforesis, cromatografía, precipitación) para determinar el punto isoeléctrico, el peso molecular o la solubilidad de una proteína.	de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta. Cámara de electroforesis (opcional), columna de cromatografía (opcional).	
UNIDAD III				
7	Analizar la actividad enzimática mediante el estudio de los factores que afectan su actividad, para comprender la importancia de los procesos bioquímicos en el metabolismo celular con una actitud crítica y responsable.	Determina la liabilidad térmica de las enzimas, la influencia del pH sobre la actividad enzimática y evalúa la especificidad de las enzimas.	Baño maría, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas). Solución salival, almidón, soluciones amortiguadoras, sacarosa, reactivos para identificar azucares.	3 horas
8	Determinar el kM y Vmax de un par enzima-sustrato, mediante ensayos enzimáticos, que permitan determinar los parámetros cinéticos, con una actitud analítica y responsable.	Realiza un ensayo enzimático con un par enzima-sustrato a pH y temperatura óptimas y concentración de sustrato variable.	Baño maría, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), enzima, sustrato.	2 horas
UNIDAD IV				
9	Identificar hidratos de carbono mediante pruebas bioquímicas para comprender la importancia biológica de los carbohidratos y sus aplicaciones en procesos biotecnológicos con una actitud reflexiva y respecto hacia la naturaleza.	Determina el tipo de carbohidratos en una muestra problema y evalúa sus propiedades e importancia biológica.	Baño maría, material básico de laboratorio (tubos de ensaye, pipetas, vasos de precipitado, gradillas), reactivos: de Molish, Fehling, Seliwanoff.	3 horas.
10	Determinar las características y propiedades de los lípidos mediante la aplicación de principios fisicoquímicos para reconocer su importancia biológica y aplicaciones en la industria con una actitud crítica y responsable.	Prepara reacciones de reconocimiento de lípidos y evalúa diversos parámetros: solubilidad, acidez, índice de saponificación.	Baño maría, material básico de laboratorio (vasos de precipitado, pipetas, agitadores, matraces, buretas). Aceite vegetal. NaOH. Fenoltaleína.	3 horas
11	Determinar la actividad de ATPasa en tejidos animales, mediante un ensayo enzimático para comprender la importancia del ATP en los procesos bioquímicos, con un actitud propositiva y analítica.	Realizar un ensayo enzimático para determinar la actividad de la ATPasa en un tejido animal.	Baño maría, material básico de laboratorio (vasos de precipitado, pipetas, agitadores, matraces, buretas), espectrofotómetro, tejido animal, ATP, soluciones amortiguadoras.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El docente deberá entregar contra firma de recibido, la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Desarrollar estrategias didácticas para favorecer la integración y participación del alumno al curso de Bioquímica. Presentación, resolución y explicación de ejercicios tipo de cada unidad. Utilizar diversos recursos audiovisuales (videos, juegos interactivos, presentación de diapositivas) para optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje. Fomentar la participación activa del alumno mediante trabajo en equipo, exposiciones (grupales o individuales) y participación en clase. Favorecer el aprendizaje por comprensión, basado en un proceso reflexivo y de retroalimentación.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Investigación extraclase. Exposiciones (grupales e individuales). Participación activa en las prácticas de laboratorio. Participación activa en las actividades de taller.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación
Los porcentajes que se presentan a continuación son con base a la calificación final.

- Promedio de los exámenes parciales por escrito por unidad…….. 40%
- Evaluación de reporte de prácticas de laboratorio (obligatorio)…….....40%
- Portafolio de evidencias……..……..20%

Total…….100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Campbell, M. K., Farrell, S. O., y McDougal, O. M. (2018). *Biochemistry*. Estados Unidos: Cengage.

Kaushal, J., Mehandia, S., Singh, G., Raina, A. y Arya, S. K. (2018). Catalase enzyme: Application in bioremediation and food industry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 16*, 192–199. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.07.035

Nelson, D. L., Cox, M. M. y Lehninger, A. L. (2017). *Lehninger principles of biochemistry*. Estados Unidos: W.H. Freeman and Co.

Ronner, P., Netter, F. H., Machado, C. A. G., Craig, J. A. y Perkins, J. A. (2018). *Netter's essential biochemistry*. Países Bajos: Elsevier.

Complementarias

Erb, T. J., Jones, P. R. y Bar-Even, A. (2017). Synthetic metabolism: metabolic engineering meets enzyme design. *Current Opinion in Chemical Biology, 37*, 56–62. https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.12.023

Yruela, I. y Sebastián, Á. (2015). *Macromoléculas biológicas: proteínas, DNA y RNA*. México: Ediciones Rayuela.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer Licenciatura en Ciencias Naturales y Exactas, o áreas afines con experiencia en docencia a nivel superior. Además, debe ser una persona responsable, propiciar la participación activa de los estudiantes, ser tolerante con los alumnos, Incorporar a la comunidad universitaria en actividades tendientes a mejorar la calidad de vida de la sociedad y el medio ambiente, con apego al código de ética universitario.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Fisicoquimica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA **Firma**

Mónica Isabel Soto Tapiz
Rubén César Villarreal Sánchez
David Cervantes Vázquez
Adriana Álvarez Andrade

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas **Firma**

Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito del curso de Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas está orientado al estudio de los fenómenos de transporte básicos en sistemas biológicos mediante la aplicación de leyes y principios fisicoquímicos y de mecánica de fluidos para la resolución de problemas en el área de ingeniería, con el fin de analizar los principales mecanismos de transferencia de calor y masa en sistemas biológicos. La unidad de aprendizaje se encuentra dentro de la etapa disciplinaria del programa educativo de Bioingeniero, y es de carácter obligatorio. Contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño. Para cursarla tiene como requisito acreditar previamente la asignatura de Fisicoquímica.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los procesos de flujo de fluidos, transferencia de calor y masa característicos de los sistemas biológicos, para resolver problemas en el área de ingeniería y biosistemas, mediante la aplicación de los fundamentos teóricos de la termodinámica y fenómenos de transporte, con objetividad y orden, coadyuvando al desarrollo sustentable y optimización de los recursos.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un proyecto integrador que contenga la resolución de problemas de dinámica de fluidos, balances de materia, energía y fenómenos de transporte aplicados a dispositivos biomédicos y biotecnológicos. Se debe entregar en formato digital e incluir los apartados de introducción, objetivo, marco teórico, metodología, resultados y conclusiones, reportando la bibliografía consultada.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Transporte de cantidad de movimiento aplicado a sistemas biológicos

Competencia:
Analizar la dinámica de fluidos, mediante la ecuación general de balance de momento, para comprender las características de los fluidos en sistemas biológicos, con una actitud crítica y analítica.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1 Conceptos básicos
- 1.1.1 Panorama general de los fenómenos de transporte en la bioingeniería
- 1.1.2 Fundamentos de dinámica de fluidos

1.2 Transferencia de cantidad de movimiento
- 1.2.1 Ecuación general de balance de momento y cantidad de movimiento
- 1.2.2 Ley de Newton de la viscosidad
- 1.2.3 Régimen de un fluido (experimento de Reynolds)
- 1.2.4 Fluidos newtoniano y no newtonianos (modelos reológicos)
- 1.2.5 Análisis de flujo laminar y turbulento
- 1.2.6 Obtención de perfiles de velocidad y esfuerzo cortante

1.3 Dinámica de fluidos en flujo sanguíneo
- 1.3.1 Propiedades físicas del tejido sanguíneo y otros fluidos corporales
- 1.3.2 Reología y flujo sanguíneo
- 1.3.3 Flujo de fluidos en la circulación y en tejidos

UNIDAD II. Transferencia de calor en sistemas biológicos

Competencia:
Utilizar los principios básicos de los mecanismos de transferencia de calor, mediante la aplicación de modelos matemáticos en la resolución de problemas teóricos y prácticos, para la comprensión de estos fenómenos en sistemas biológicos, con una actitud crítica y proactiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Introducción a los mecanismos de transferencia de calor
- 2.1.1 Conducción: Ley de Fourier
- 2.1.2 Convección: Ley de Newton de Enfriamiento
- 2.1.3 Radiación: Ley de Stefan-Boltzmann

2.2 Transferencia de calor por Conducción
- 2.2.1 Conductividad térmica de materiales biológicos y otros
- 2.2.2 Ecuación gobernante y condiciones frontera
- 2.2.3 Flujo de calor a través de un sistema compuesto (piel-grasa-músculo)
- 2.2.4 Estado estable
  - 2.2.4.1 Conducción en diferentes geometrías y conducción con generación interna de calor.
  - 2.2.4.2 Análisis de la transmisión de energía en forma de calor en el cuerpo humano, cuando se considera generación de calor por reacciones metabólicas.
  - 2.2.4.3 Termorregulación y mantenimiento de la temperatura corporal de humanos y animales

2.3 Transferencia de calor por Convección
- 2.3.1 Ecuación gobernante y condiciones frontera
- 2.3.2 Capa límite de velocidad y capa limite térmica
- 2.3.3 Convección forzada y convección natural
- 2.3.4 Análisis de la transmisión de energía en forma de calor por corrientes convectivas en el cuerpo humano, cuando se considera generación de calor por reacciones metabólicas

2.4 Transferencia de calor por Radiación
- 2.4.1 Radiación térmica de un cuerpo ideal y real
- 2.4.2 Emisión de cuerpos humanos

UNIDAD III. Transferencia de masa en sistemas biológicos

Competencia:
Aplicar las leyes básicas de la difusión y convección de masa, mediante el análisis de problemas teóricos y prácticos, para proponer modelos matemáticos, para la predicción de concentraciones y flujos, con una actitud innovadora y creativa.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1. Transferencia de masa por Difusión
- 3.1.1. Ley de Fick
- 3.1.2. Difusividad
- 3.1.3. Cálculo de difusividad en gases y líquidos
- 3.1.4. Ecuación gobernante y condiciones de frontera
- 3.1.5. Estado estable
  - 3.1.5.1. Difusión en una placa
  - 3.1.5.2. Difusión en una placa con reacción química

3.2. Transferencia de masa por Convección
- 3.2.1. Análisis dimensional y de la capa límite
- 3.2.2. Coeficientes de transferencia de masa
- 3.2.3. Transporte a través de membrana con aplicación en hemodiálisis
- 3.2.4. Transporte de soluto y oxígeno en sangre y tejidos

UNIDAD IV. Aplicaciones de fenómenos de transporte en dispositivos biomédicos y biotecnológicos

Competencia:
Analizar el potencial de aplicación de los fenómenos de transporte de momento, calor y masa en los biosistemas, a través de la conceptualización de los mismos, para describir el comportamiento de dispositivos biomédicos y/o biotecnológicos, y contribuir a la solución de problemáticas concernientes al área de ciencias de la salud e ingeniería, con actitud propositiva, con un enfoque de sustentabilidad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Fenómenos de trasporte en dispositivos biomédicos
4.2 Fenómenos de transporte en un órgano artificial
  4.2.1 Análisis de flujo de un corazón artificial
  4.2.2 Transporte de fármacos y macromoléculas en tumores
4.3 Fenómenos de transporte en el funcionamiento y operación de biorreactores
  4.3.1 Transferencia de cantidad de movimiento: agitación, velocidad y potencial de agitación
  4.3.2 Transferencia de masa: aeración, régimen de aeración y rapidez de acarreo de oxígeno
  4.3.3 Balance de calor en un reactor en operación

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Describir el transporte de cantidad de movimiento aplicado a fluidos, mediante el uso de modelos matemáticos, para analizar el comportamiento de flujo en sistemas biológicos, de manera objetiva y colaborando en equipo.	Calcula cantidades físicas relacionadas con el transporte de cantidad de movimiento en fluidos.	Calculadora, apuntes, proyector	4 horas
UNIDAD II				
2	Describir la transferencia de calor, mediante el uso de modelos matemáticos, para analizar el comportamiento de flujo de energía en sistemas biológicos, de manera objetiva y responsable.	Calcula cantidades físicas relacionadas con el transporte de calor en sistemas biológicos.	Calculadora, apuntes, proyector	4 horas
UNIDAD III				
3	Determinar la transferencia de masa, mediante el uso de modelos matemáticos, para analizar el comportamiento de transporte de materia en sistemas biológicos, de manera objetiva y colaborando en equipo.	Calcula cantidades físicas relacionadas con el transporte de masa en sistemas biológicos.	Calculadora, apuntes, proyector	4 horas
UNIDAD IV				
4	Investigar aplicaciones de los fenómenos de transporte (momento, calor y masa), mediante el uso de modelos matemáticos, para analizar el comportamiento de sistemas fisiológicos y dispositivos biomédicos, de manera objetiva y colaborando en equipo.	Calcula cantidades físicas relacionadas con fenómenos de transporte aplicados a dispositivos biomédicos y biotecnológicos.	Calculadora, apuntes, proyector	4 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Conocer las reglas de seguridad de un laboratorio químico, para trabajar de manera adecuada, mediante la identificación de potenciales riesgos en el laboratorio, con una actitud crítica y responsable.	Realiza un reporte con las reglas de seguridad de trabajo en laboratorio y la identificación de riesgos.	Manuales de seguridad en espacios de laboratorios químicos	2 horas
2	Determinar incertidumbres, para expresar datos experimentales, mediante mediciones directas e indirectas de parámetros físicos de un sistema, en forma ordenada y eficiente.	Realiza mediciones directas e indirectas y reportar su incertidumbre.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante, calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	2 horas
3	Determinar la densidad de sustancias sólidas y líquidas, mediante medidas directas y/o indirectas, para analizar esta propiedad física de la materia, con una actitud creativa y propositiva.	Determina la densidad de sustancias sólidas y líquidas mediante mediciones directas y/o indirectas de masa y volumen.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante,	2 horas

			calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	
4	Constatar la viscosidad de líquidos, para comprender el comportamiento dinámico de los fluidos, mediante el uso de un viscosímetro, en forma ordenada y sistemática.	Realiza mediciones de la viscosidad de un fluido.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante, calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	4 horas
UNIDAD II				
5	Estudiar el aislamiento térmico de un sistema, mediante la elaboración de un calorímetro, para describir la transmisión de energía calorífica, con una actitud colaborativa y de trabajo en equipo.	Elabora un calorímetro mediante la elección de materiales con características térmicas adecuadas, para aislar térmicamente un sistema del medio ambiente.	Material genérico de laboratorio Manuales de propiedades físico-químicas de las sustancias. Material aislante	2 horas
6	Determinar la capacidad calorífica de una sustancia sólida, mediante un balance de energía, para comprender el comportamiento térmico de las	Determina la capacidad calorífica de una sustancia sólida en contacto con un fluido de propiedades térmicas conocidas, colocados en el	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas,	2 horas

	sustancias, en forma ordenada y sistemática.	interior de un calorímetro.	probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante, calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	
7	Realizar mediciones de propiedades térmicas de un sistema, mediante el uso de equipo de laboratorio, para analizar la transferencia de calor por conducción, con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.	Realiza experimentos de transmisión de calor por conducción.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante, calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	4 horas
8	Realizar mediciones de propiedades térmicas de un sistema, mediante el uso de equipo de laboratorio, para analizar la transferencia de calor por convección, con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.	Realiza experimentos de transmisión de calor por convección.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro,	4 horas

			material aislante, calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	
9	Realizar mediciones de propiedades térmicas de un sistema, mediante el uso de equipo de laboratorio, para analizar la transferencia de calor por radiación, con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.	Realiza experimentos de transmisión de calor por radiación.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante, calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	2 horas
UNIDAD III				
10	Realizar mediciones de transferencia de masa en un sistema, mediante el uso de equipo de laboratorio, para analizar mecanismos difusivos de transporte, con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.	Realiza experimentos de transferencia de masa por difusión.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante, calorímetro, placa de	2 horas

			calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	
11	Realizar mediciones de transferencia de masa en un sistema, mediante el uso de equipo de laboratorio, para analizar mecanismos convectivos de transporte, con responsabilidad y disposición al trabajo en equipo.	Realiza experimentos de transferencia de masa por convección.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas,etc), balanza analítica, viscosímetro, material aislante, calorímetro, placa de calentamiento con agitación magnética, barras de agitación magnética, termómetro, pirómetro, espectrofotómetro UV-VIS y computadora.	2 horas
UNIDAD IV				
12	Describir las características de transporte (momento, calor y masa) de un dispositivo biomédico o biotecnológico, mediante cálculos analíticos y/o simulaciones, para analizar el funcionamiento del mismo, con una actitud crítica e innovadora.	Realiza cálculos y simulaciones de un dispositivo biomédico o biotecnológico.	Computadora, apuntes del curso	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Exposición de temas, promover la investigación documental, resolución de problemas, exponer las características de los conceptos a trabajar, dirigir el desarrollo integral del taller y supervisar la correcta realización de éste y el correcto desarrollo de la competencia, revisar la elaboración y el desarrollo del portafolio, revisar el correcto avance del portafolio de evidencias, supervisar el adecuado desarrollo del curso.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Elaborar reportes de investigación documental, exposición en equipo, resúmenes, organizadores gráficos, trabajo colaborativo, resolución de problemas, revisar las características del taller a realizar y complementar los temas con búsquedas informativas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)……30%
- Tareas y trabajos semanales……...10%
- Reportes de laboratorio…….10%
- Exposiciones…….10%
- Carpeta de evidencia de modelos matemáticos…….10%
- Evidencia de desempeño.....30%
  (Proyecto integrador)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Datta, A. K. (2002). *Biological and bioenvironmental heat and mass transfer*. New York, Estados Unidos: Marcel Dekker. [clásica]

Fournier, R. L. (2012). *Basic transport phenomena in biomedical engineering*. New York, Estados Unidos: Taylor& Francis. [clásica]

Lightfoot, E. N. (1974). *Transport phenomena and living systems: Biomedical aspects of momentum and mass transport.* New York, Estados Unidos: Wiley-Interscience. [clásica]

Peattie R.A., Fisher R.J., Bronzino J.D., Peterson D.R. (2013). *Transport Phenomena in Biomedical Engineering*. Estados Unidos: Taylor & Francis Group

Renganathan, K.S. (2010). *Transport Phenomena in Biomedical Engineering, artificial organ design and development and tissue engineering*. New York, Estados Unidos: McGraw-Hill. [clásica]

Sáez E., Baygents J.C. (2014). *Environmental Transport Phenomena (Green Chemistry and Chemical Engineering)*. Estados Unidos: CRC Press.

Truskey, G.A., Yuan, F., y Katz, D.F. (2003). *Transport phenomena in Biological Systems*. Estados Unidos: Prentice Hall. [clásica]

Complementarias

Çengel, Y.A. (2011). *Transferencia de calor y masa. Un enfoque práctico* (4ª ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado de https://ebookcentral.proquest.com/lib/uabcsp/detail.action?docID=3214430&query=Cengel%2C+Transferencia+de+calor+y+masa [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer título en Ingeniería, en Física o área afín, perfil deseable con Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Experiencia profesional en el área de Ingeniería y preferentemente contar con 2 años como docente en el área de Bioingeniería. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y ser facilitador en el proceso de enseñanza aprendizaje. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Anatomía Funcional

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**	**Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas**	**Firma**
Diana Anahí Maya Gómez		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Alejandra Ortiz Mendoza		Humberto Cervantes De Ávila	
Rubén César Villarreal Sánchez		María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.
Ana Leticia Iglesias	Iglesias		
Angélica López Izquierdo			

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje de Anatomía Funcional es proporcionar los conocimientos necesarios para distinguir las bases estructurales esenciales que conforman el cuerpo humano y lograr analizar la relación funcional que existe entre forma y función. Esta unidad de aprendizaje se encuentra ubicada en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio y contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las estructuras esenciales que conforman el cuerpo humano con una perspectiva funcional, a través del estudio estructural de los órganos, sistemas y aparatos del mismo, para establecer interrelaciones entre forma y función, con una actitud de respeto al ser humano y al medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un modelo anatómico que integre las características estructurales elaborado de diversos materiales, el cual debe incluir un reporte escrito que sustente el modelo entregado. El contenido del mismo debe contener portada, índice, introducción, objetivo, desarrollo del tema, conclusión, reflexión personal de la asignatura y bibliografía.

V.- DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Organización estructural del cuerpo humano

Competencia:
Distinguir características de los tipos de tejidos, órganos, aparatos y sistemas, a través del análisis comparativo de las diferentes estructuras, para comprender el funcionamiento de cada uno de ellos y su organización jerárquica, con sensibilidad y respeto hacia el ser humano.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1 Introducción a la anatomía
1.2 Terminología anatómica
1.3 Organización general del cuerpo humano
    1.3.1 Tejidos
    1.3.2 Aparatos y sistemas
1.4 Importancia de la Bioingeniería en el ser humano y áreas de la salud
1.5 Aplicaciones en el área laboral en la bioingeniería
    1.6 Sistema tegumentario: generalidades

UNIDAD II. Sistema esquelético y articulaciones

Competencia:
Diferenciar las estructuras anatómicas que conforman el sistema esquelético y articulaciones, mediante el análisis de sus características, para comprender las propiedades mecánicas y tensiles del sistema óseo, con una actitud responsable y creativa.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1 Formación y desarrollo
2.2 Composición del tejido óseo
2.3 Tipos de huesos
2.4 Propiedades tensiles y mecánicas de los huesos
2.5 Esqueleto axial y apendicular
    2.5.1 Componentes
    2.5.2 Estructura y biomecánica de los huesos estructurales
2.6 Definición y composición de articulaciones
2.7 Clasificación de las articulaciones
2.8 Tipos de movimiento articular
2.9 Funcionalidad
2.10 Patologías y aplicaciones en la Bioingeniería

UNIDAD III. Sistema muscular

Competencia:
Diferenciar las principales características y propiedades del sistema muscular, mediante el análisis estructural y mecánico que conforman las fascias y palancas, para comprender la relación entre forma y función en el proceso de la contracción muscular, con una actitud analítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 2 horas

3.1 Tejido muscular y sus características
3.2 Propiedades del tejido muscular
3.3 Mecánica de la contracción muscular
3.4 Organización general: fascias
3.5 Clasificación de músculos
3.6 Tipos de palancas
3.7 Patologías y aplicaciones en Bioingeniería

UNIDAD IV. Sistema nervioso

Competencia:
Comparar las estructuras anatómicas que forman el sistema nervioso y su división, a través del análisis de sus características, para diferenciar los procesos biológicos regulados por él, con una actitud proactiva y de respeto.

Contenido: **Duración:** 3 horas

4.1 Componentes estructurales: órganos y nervios
4.2 Tejido nervioso
- 4.2.1 Tipos de células
- 4.2.2 Propiedades del tejido nervioso

4.3 Organización del sistema nervioso: componentes y propiedades
- 4.3.1 Sistema nervioso central
- 4.3.2 Sistema nervioso periférico
  - 4.3.2.1 Nervios craneales y raquídeos
  - 4.3.2.2 Sistema nervioso autónomo

4.4 Órganos de los sentidos
- 4.4.1 Tipos
- 4.4.2 Descripción anatómica
- 4.4.3 Fisiología de los receptores

4.5 Patologías y aplicaciones en la Bioingeniería

UNIDAD V. Sistema circulatorio

Competencia:
Diferenciar las estructuras anatómicas del sistema circulatorio cardiovascular y linfático, por medio de la integración de sus características y propiedades funcionales, para comprender su funcionamiento global, con una actitud analítica y propositiva.

Contenido: **Duración:** 2 horas

5.1 Funciones
5.2 Componentes estructurales
- 5.2.1 Sangre y linfa
- 5.2.2 Vasos sanguíneos y linfáticos
- 5.2.3 Corazón: propiedades
- 5.2.4 Estructuras linfoides
  - 5.2.4.1 Principios de inmunidad

5.3 Tipos de circulación
5.4 Patologías y aplicaciones ingenieriles

UNIDAD VI. Sistema respiratorio

Competencia:
Analizar las estructuras anatómicas que conforman el sistema respiratorio, mediante el estudio descriptivo de sus características morfológicas, para comprender su importancia en el proceso de la respiración, con una actitud reflexiva y de respeto.

Contenido: **Duración:** 2 horas

6.1 Funciones
6.2 Componentes
- 6.2.1 Características anatómicas
- 6.2.2 Vías de conducción y respiratorias

6.3 Mecánica respiratoria
6.4 Enfermedades respiratorias y aplicaciones en Bioingeniería

UNIDAD VII. Sistemas metabólicos: digestivo y urinario

Competencia:
Analizar las características anatómicas y funcionales de los sistemas digestivo y urinario, mediante la interpretación de sus procesos fisiológicos, para justificar la importancia de ellos en el metabolismo, con orden metodológico y actitud de respeto.

Contenido: **Duración:** 2 horas

7.1 Funciones
7.2 Componentes
- 7.2.1 Tubo digestivo
- 7.2.2 Órganos accesorios digestivos
- 7.2.3 Vías urinarias
- 7.2.4 Riñones

7.3 Fisiología digestiva
7.4 Fisiología de la nefrona
7.5 Patologías y aplicaciones ingenieriles

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar los términos anatómicos de mayor uso, para comprender características de los tipos de tejidos, órganos, aparatos y sistemas, mediante el uso de ejemplos anatómicos y bibliografía, de forma ordenada.	El docente expone los términos anatómicos de mayor uso. El alumno: Describe términos anatómicos. Relaciona el término con el ejemplo propuesto. Elabora ejemplos nuevos para evaluar a otros. Entrega un reporte en donde describa los ejemplos anatómicos realizados.	Pizarrón, proyector (opcional), hojas de trabajo, bibliografía.	1 hora
2	Aplicar los conocimientos adquiridos en cuanto a la terminología, mediante el análisis de estructuras anatómicas, para comprender la organización jerárquica de las diferentes estructuras que forman el cuerpo humano, con una actitud honesta y colaborativa.	El docente proporciona un cuestionario de conceptos de la unidad. El alumno: Contesta por equipos los reactivos del cuestionario proporcionado por el docente Entrega el cuestionario por escrito.	Cuestionario previamente elaborado por el docente, lápices borradores, apuntes, resúmenes, web.	1 hora
3	Identificar los órganos de la región torácica y abdominopélvica, a través de la organización de las ubicaciones anatómicas, para comprender la organización general del cuerpo, con orden metodológico.	El docente expone los órganos en la región torácica y abdominopélvica. El alumno: Enlista los órganos principales y su ubicación. Dibuja a escala cada órgano seleccionado. Intercambian órganos para tratar de ubicarlos en los cuadrantes correspondientes. Entrega un reporte escrito con Portada,	Diagrama del torso humano, bibliografía seleccionada, bocetos de órganos.	2 horas

		Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.		
4	Distinguir los diferentes tipos de tejidos en diversos órganos del cuerpo humano, identificando en modelos anatómicos dados las diferentes estructuras, para comprender el funcionamiento de los diferentes sistemas que forman el cuerpo humano, con una actitud respetuosa y participativa.	El docente expone los diferentes tipos de tejidos. El alumno: Identifica en modelos anatómicos los diferentes tipos de tejidos que conforman diversos órganos del cuerpo humano, así como sus funciones específicas, Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Modelos anatómicos, hojas de papel, lápices, colores, plumones, borradores, etc.	1 hora
5	Analizar las aplicaciones de la bioingeniería en el cultivo de tejidos y órganos, para justificar su importancia en las ciencias médicas, mediante la comparación de fundamentos bioingenieriles, con actitud de respeto hacia la vida.	El docente facilita la búsqueda de bibliografía acerca de aplicaciones de la Bioingeniería en el cultivo de tejidos y órganos. El alumno: Revisa un artículo bibliográfico reciente referente a la unidad de aprendizaje. Realiza una conclusión y reflexión. Discute sus conclusiones en equipos. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Artículos bibliográficos Laptop para investigación (opcional).	1 hora
6	Distinguir las estructuras de la piel y sus anexos, para interpretar sus funciones específicas, por medio de la organización de términos y estructuras, con actitud crítica.	El docente expone las estructuras de la piel. El alumno: Resuelve un crucigrama por equipos. Realiza esquema de la piel con sus diversos componentes. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Crucigrama con conceptos clave del sistema tegumentario y bibliografía.	1 hora
UNIDAD II				
7	Examinar las características	El docente expone las características	Fichas vacías de lotería	2 horas

	anatómicas de los huesos, para conocer las funciones del sistema esquelético, por medio del análisis de sus estructuras, con orden y creatividad.	anatómicas de los huesos. El alumno: Organiza huesos con sus características anatómicas o funcionales. Elabora fichas de lotería con los dibujos de cada hueso y tarjetas. con cada descripción y el docente verifica la información descrita.	(tarjetas con 9 cuadros) y bibliografía.	
8	Examinar las propiedades y clasificaciones de los huesos, para establecer la relación forma-función, mediante el análisis de su estructura, siendo necesaria la colaboración y deducción.	El docente proporciona un cuestionario con preguntas sobre el tema. El alumno: Identifica en la bibliografía los temas relevantes. Resuelve las preguntas y puntos del cuestionario. Entrega el cuestionario contestado.	Cuestionario, hojas de trabajo, bibliografía.	1 hora
9	Comparar las características de los distintos tipos de articulaciones, para explicar el comportamiento de los movimientos articulares, analizando las relaciones forma-función, con un pensamiento deductivo.	El docente expone los diferentes tipos de articulaciones. El alumno: Analiza tipos de articulaciones. Identifica o dibuja estructuras anatómicas principales. Describe los movimientos articulares.	Modelos anatómicos, bibliografía y hojas de trabajo (opcional).	1 hora
10	Examinar la biomecánica de la columna vertebral, para comprender las aplicaciones de la bioingeniería en sus alteraciones, mediante el análisis de su estructura, con actitud de respeto.	El docente proporciona un cuestionario sobre la biomecánica de la columna vertebral. El alumno: Responde cuestionario. Describe las propiedades biomecánicas. Diseña o adapta hipotéticamente innovaciones tecnológicas ingenieriles.	Videos de la biomecánica de la columna vertebral, hojas de trabajo y artículos científicos (opcional).	1 hora
UNIDAD III				
11	Distinguir la función de los	El docente expone la función de los	Hojas de trabajo, modelo	2 horas

	músculos, por medio del análisis y agrupación de sus características, para entender la relación entre tipos y formas, con actitud analítica.	músculos. El alumno: Examina el modelo anatómico. Agrupa los tipos de músculos. Establece relación entre anatomía microscópica del músculo y proceso e contracción.	anatómico y bibliografía.	
12	Diferenciar los tipos de fascias y palancas, por medio del análisis de sus componentes, para comprender su fisiología, de forma metodológica.	El docente expone los tipos de fascias y palancas del cuerpo humano. El alumno: Describe los componentes específicos de 3 palancas del cuerpo humano. Argumenta aplicaciones de la bioingeniería. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Artículos bibliográficos y hojas de trabajo.	2 horas
UNIDAD IV				
13	Analizar los componentes histológicos del sistema nervioso, por medio de la inspección de sus funciones, para comprender la organización estructural y divisiones del sistema, de forma analítica.	El docente expone los componentes histológicos del sistema nervioso. El alumno: Clasifica tipos de neuronas. Describe las células gliales. Enlista las divisiones del sistema nervioso. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Bibliografía y hojas de trabajo.	1 hora
14	Examinar los componentes estructurales del sistema nervioso central, describiendo sus características anatómicas micro y macroscópicas, para explicar el funcionamiento del sistema, de forma deductiva y ordenada.	El docente expone los componentes estructurales del sistema nervioso central. El alumno: Describe la anatomía de las subdivisiones del encéfalo. Describe la anatomía de un corte transversal de la médula espinal. Elabora esquemas con componentes.	Hojas de trabajo con diagramas y bibliografía.	2 horas

		Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.		
15	Detallar los componentes estructurales del sistema nervioso periférico, describiendo sus características anatómicas micro y macroscópicas, para explicar el funcionamiento del sistema, de forma deductiva y ordenada.	El docente expone los componentes estructurales del sistema nervioso periférico. El alumno: Enlista las características anatómicas de los nervios craneales y raquídeos. Compara las características de las fibras nerviosas somáticas y autónomas. Elabora un esquema comparativo. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Bibliografía, hojas de trabajo y diagramas vacíos.	2 horas
16	Analizar las aplicaciones ingenieriles en las patologías del sistema nervioso, por medio de la inspección de ciertos padecimientos, para destacar las características de los componentes de dicho sistema, con actitud proactiva.	El docente expone algunas patologías del sistema nervioso. El alumno: Simplifica las características de ciertas patologías. Enlista innovaciones tecnológicas aplicables. Concluye la relación entre avances y patologías. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Artículos bibliográficos, laptop (opcional) y hojas de trabajo.	1 hora
UNIDAD V				
17	Determinar los rasgos distintivos de los componentes del sistema cardiovascular, para priorizar sus funciones, por medio del estudio de sus rasgos anatómicos, de manera analítica.	El docente expone los rasgos distintivos del sistema cardiovascular. El alumno: Describe y clasifica los componentes formes de la sangre. Elabora un esquema del corazón indicando sus rasgos anatómicos y	Bibliografía, hojas de trabajo y modelos del corazón vacío.	2 horas

		dirección de la sangre. Define términos relacionados a circulación. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.		
18	Examinar los principios de inmunidad, relacionando los componentes del sistema linfático, para comprender la importancia de la circulación, con el uso de pensamiento deductivo.	El docente expone los componentes del sistema linfático. El alumno: Organiza las 3 líneas de defensa del sistema inmune . Relaciona los componentes linfáticos con los componentes celulares. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Videos del funcionamiento del sistema inmune y linfático, bibliografía y hojas de trabajo.	1 hora
19	Distinguir las diferentes estructuras del sistema circulatorio cardiovascular y linfático, integrando sus características y propiedades funcionales, para comprender su funcionamiento global, con una actitud analítica y propositiva.	El docente facilita la búsqueda de bibliografía reciente en medicina y/o Bioingeniería. El alumno: Investiga y analiza las aplicaciones de la Bioingeniería en diversas patologías del Sistema Cardiovascular mediante la revisión de artículos Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Artículos bibliográficos recientes en revistas de medicina y/o Bioingeniería, hojas de papel, plumas, lápices, borradores, computadora, proyector, web, etc.	1 hora
20	Diferenciar las características de la circulación cardiovascular, cardiopulmonar y linfática, para comprender las aplicaciones de la bioingeniería en algunas alteraciones del Sistema circulatorio, mediante el análisis de sus propiedades funcionales, con una actitud reflexiva y analítica.	El docente proporciona artículos bibliográficos. El alumno: Revisa un artículo bibliográfico indicado por el docente y por equipos realiza una conclusión de los mismos. Expone en plenaria y entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones	Artículo bibliográfico proporcionado por el docente, hojas de papel, plumas, lápices, borradores, computadora, web, proyector, etc.	1 hora

UNIDAD VI				
21	Analizar los rasgos distintivos de los componentes del sistema respiratorio, para priorizar sus funciones, por medio del estudio de sus rasgos anatómicos, de manera analítica.	El docente expone los componentes del sistema respiratorio. El alumno: Resume puntos principales Contesta cuestionario. Elabora diagrama de los componentes con la anatomía estructural.	Videos del sistema respiratorio, hojas de trabajo, cuestionario y bibliografía.	2 horas
22	Conocer aparatología utilizada en diversas alteraciones del sistema respiratorio, por medio del análisis de su funcionamiento, para justificar el desarrollo tecnológico, con pensamiento deductivo.	El docente proporciona artículos bibliográficos. El alumno: Investiga y analiza las aplicaciones de la Bioingeniería en diversas patologías del sistema respiratorio. Enlista aparatos y avances de los últimos 20 años. Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Artículo bibliográfico reciente en revistas de Bioingeniería y/o medicina.	1 hora
UNIDAD VII				
23	Analizar las características anatomo-funcionales de los sistemas urinario y digestivo, mediante la búsqueda de aplicaciones en bioingeniería, para entender la integración de las tecnologías, de forma clara y ordenada.	El docente proporciona artículos bibliográficos. El alumno: Investiga las características anatomo-funcionales de las estructuras que conforman el sistema urinario y digestivo. Expone el resumen de las características anatómicas . Entrega un reporte escrito con Portada, Introducción, Desarrollo de la actividad, Conclusiones.	Artículos bibliográficos recientes en revistas de Bioingeniería y afines, laptop, proyector (opcional).	1 hora
24	Examinar el proceso de formación de orina, a través del análisis anatómico de la nefrona,	El docente expone las características de la nefrona y proporciona bibliografía al respecto.	Bibliografía y hojas de trabajo.	1 hora

	para unificar aspectos microscópicos y macroscópicos del sistema urinario, de una forma metodológica y clara.	El alumno: Elabora un diagrama de la nefrona. Enlista los procesos de formación de la orina. Justifica las funciones del sistema urinario con las características microscópicas. Entrega el diagrama de la nefrona.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

Mediante la exposición por parte del docente de forma ordenada y consistente, el alumno recibirá los conocimientos teóricos de cada unidad de aprendizaje, y en ocasiones serán los alumnos quienes expondrán el tema previamente asignado por el docente y por equipos en el encuadre, realizando un cierre al final de cada clase que servirá como retroalimentación para reforzar los puntos clave en la revisión cada tema.

En sesiones de taller se desarrollarán diversas actividades tales como ejercicios, cuestionarios, investigaciones bibliográficas, resúmenes, esquemas, reflexiones y conclusiones con la participación de los alumnos, en los que se identifiquen y exploren los conceptos básicos de la unidad de aprendizaje siguiendo con dinámicas por equipos de trabajo para después compartir en plenaria, sus reflexiones, conclusiones y análisis con el resto del grupo, siendo el maestro un facilitador y guía de estos.

Los ejercicios de tarea serán en modalidad individual

Estrategia de aprendizaje (alumno)

A través del trabajo individual y por equipo, en sesiones de taller, y exposiciones el alumno aplicará los conceptos y funciones de las diferentes estructuras anatómicas que conforman los diferentes Sistemas del cuerpo humano**.**

Los reportes, resúmenes y trabajos elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, colocarán al alumno en posibilidad y reconocimiento de las habilidades adquiridas que aunado a un proceso investigativo, lo posibiliten a aplicar un pensamiento innovador y creativo orientado a la solución de problemas de salud en el ser humano.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

-Evaluaciones parciales (3).....……..…….55%
-Tareas, ejercicios e investigaciones……...10%
-Participación (exposiciones, trabajos en clase)……10%
-Portafolio de trabajos…….05%
- Modelo anatómico ……..…….20%
(Evidencia de desempeño)

Total……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Marieb, E. (2018). *Human Anatomy & Physiology* (11ª ed.). México: Editorial Pearson.

Moore K.L, Dalley A.F., Agur A.M. (2018). *Anatomía con orientación clínica* (8ª ed.). Estados Unidos: Wolters Kluwer.

Rizzo, D., (2011). *Fundamentos de Anatomía y Fisiología*. [clásica] Recuperado de https://ebookcentral.proquest.com/lib/uabccengagesp/detail.action?docID=3430271

Rohen, J., Yokochi, C., Lütjen, D. (2015). *Color atlas of anatomy: A photographic study of the human body (*8ª ed.). Estados Unidos: Wolters Kluwer.

Saladin, Kenneth S. (2013). *Anatomía y Fisiología (La unidad entre forma y función)* (7ª ed.). México: McGraw-Hill. [clásica]

Sherwood, L., (2014). *Human physiology: from cells to* systems (9ª ed.). Estados Unidos: Cengage Learning.

Tortora, G., Derrickson, B. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología* (13ª ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana. [clásica]

Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, K. T. (2007). *Vander's human physiology: The mechanisms of body function*. Boston, Estados Unidos: McGraw-Hill.

Complementarias

García-Porrero, J. (2005). *Anatomía humana*. Recuperado de https://yoprofesor.org/2014/05/31/anatomia-humana-por-juan-a-garcia-porrero-descarga-gratuita/ [clásica]

Guyton, H. (2011). *Tratado de Fisiología Médica* (12ª ed.). México: Elsevier. [clásica]

Latarjet, M.; Ruiz, A. (2008). *Anatomía Humana* (4ª ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana. [clásica]

Martini, F., Timmons, M. Tallitsch, R. (2009). *Anatomía Humana* (6ª ed. México: Pearson Educación [clásica]

Ponce, G. (2004). *Anatomía y Fisiología Libro de Trabajo*. México: Universidad Autónoma de Baja California. [clásica]

Ross, M., y Pawlina, W. (2007). Histología (5ª ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana [clásica]

Thibodeau, G., Patton, K. (2007). *Anatomía y Fisiología* (6ª ed.). Estados Unidos: Elsevier [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título de Licenciado en bioingeniería, Biología, Ciencias de la salud o área afín o posgrado en ciencias de la salud, o experiencia probada en el área de 1 año. Se recomienda que tenga conocimientos disciplinarios y pedagógicos. Manejo las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y ser facilitador de la colaboración. Debe ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. Programa Educativo: Bioingeniero

3. Plan de Estudios:

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Microbiología

5. Clave:

6. HC: 01 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 06

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Disciplinaria

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**	**Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas**	**Firma**
Haydee López Rodríguez		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Fernando Amílcar Solís Domínguez		Humberto Cervantes de Ávila	
Adriana Álvarez Andrade		María Cristina Castañón Bautista	
David Cervantes Vásquez			

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso de Microbiología proporcionará al estudiante la oportunidad de evaluar y analizar las características microbianas tanto morfológicas como las relacionadas con sus procesos vitales de crecimiento, de generación de energía y de reproducción. Así mismo, el curso abordará conceptos fundamentales necesarios para su manejo adecuado, tanto en el ámbito sanitario y ambiental, como para la construcción de nuevos microorganismos por manipulación genética. El curso será impartido con un enfoque práctico para el aprendizaje de conceptos y su aplicación en el laboratorio, en el que se espera que el alumno desarrolle destrezas psicomotoras y buenas prácticas de laboratorio.

Esta asignatura es obligatoria de la etapa disciplinaria y pertenece al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los aspectos fundamentales de los procesos microbianos mediante el análisis de las células microbianas, desde su estructura, función, metabolismo, genética hasta sus aplicaciones en el campo de la bioingeniería, para su adecuada aplicación en la producción industrial de compuestos de interés biotecnológico y su uso en el área ambiental, con sensibilidad a las necesidades sociales y visión innovadora.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Entrega una carpeta digital con todos los reportes de laboratorio, cada reporte debe incluir introducción, materiales, metodología, resultados y conclusiones.

2. Entrega un reporte final en cual se analicen y sinteticen los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, relacionados con los procesos microbianos y que contenga introducción, resultados, discusión y conclusión.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Perspectiva general de la microbiología

Competencia:
Comprender la importancia de la vida microbiana, mediante el análisis de su impacto en el ser humano, para entender el papel que los microorganismos tienen en el desarrollo de la bioingeniería, con un enfoque integrador y con responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 1 hora

1.1. Los microorganismos como células
1.2. Los microorganismos y sus ambientes naturales
1.3. El impacto de los microorganismos en el hombre
1.4. Importancia de la microbiología en la bioingeniería

UNIDAD II. Diversidad Microbiana

Competencia:
Apreciar la diversidad microbiana, mediante la comprensión de los descriptores existentes y el manejo de árboles filogenéticos, para identificar adecuadamente cada grupo de microorganismos, con respeto por la naturaleza y la reflexión crítica.

Contenido: **Duración:** 2 horas

2.1. Diversidad fisiológica de los microorganismos
2.2. Tolerancia a condiciones ambientales extremas
2.3. Diversidad de los procariotas
2.4. Concepto de árbol filogenético
2.5. Microorganismos eucarióticos

UNIDAD III. Estructura y función celular de los microorganismos

Competencia:
Distinguir las características de las células microbianas, integrando estructuras y funciones celulares, para interpretar fenómenos microbianos, con sensibilidad hacia estas formas de vida y con respeto por su papel en los ecosistemas.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1. Elementos de la estructura celular y vírica
3.2. Organización del ADN en las células microbianas
3.3. Microscopía
3.3.1. Microscopio óptico y de contraste de fases, campo oscuro y fluorescencia
3.3.2. Microscopía de contraste de interferencia, fuerza atómica y confocal
3.3.3. Microscopía electrónica
3.4. La pared celular de los procariotas: peptidoglicano y moléculas relacionadas. Tinciones
3.5. Movimiento microbiano y elementos que participan
3.6. Respuestas sensoriales: quimiotaxis y fototaxis
3.7. Estructuras de superficie e inclusiones procarióticas
3.8. Endosporas

UNIDAD IV. Nutrición, metabolismo y crecimiento microbiano

Competencia:
Implementar estrategias de cultivo, mediante la aplicación de los fundamentos de la nutrición, metabolismo y crecimiento microbiano, para la obtención, control y mantenimiento de cultivos, practicando el pensamiento analítico y teniendo una actitud creativa e innovadora.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1. Fundamentos de nutrición microbiana
4.1.1. Medios de cultivo
4.3. Energía y enzimas microbianas
4.4. Oxidación-reducción y compuestos de alta energía
4.5. Opciones de los microorganismos para la conservación de la energía: respiración anaeróbica, fotosíntesis y quimiolitotrofía
4.6. Crecimiento celular
4.6.1. Fisión binaria
4.6.2. Síntesis del peptidoglicano
4.6.3. División celular
4.8. Crecimiento de poblaciones: curvas de crecimiento y medidas del crecimiento
4.9. Cultivo de microorganismos (quimiostato) y efectos ambientales sobre el crecimiento

UNIDAD V. Genética microbiana

Competencia:
Comparar las formas de regulación de la expresión génica, utilizando mecanismos moleculares, para fundamentar las diferencia existentes entre eucariotas y procariotas, con énfasis en el diálogo argumentativo y el trabajo en colaboración.

Contenido: **Duración:** 2 horas

5.1. Generalidades sobre genes
5.2. Elementos genéticos: cromosoma, plásmidos, cloroplastos y mitocondrias
5.3. Expresión génica en procariotas y eucariotas
5.4. Regulación de la expresión génica
5.5. Mecanismos de transferencia de información genética: conjugación; transducción, transformación, recombinación genética
5.6. Mutación y recombinación
5.7. Aplicaciones de la genética microbiana

UNIDAD VI. Introducción a la microbiología industrial

Competencia:
Analizar la importancia de los microorganismos en la Microbiología Industrial, mediante el estudio de sus aplicaciones biotecnológicas, para la producción de bienes y servicios con células microbianas, con responsabilidad social para un uso adecuado de los microorganismos.

Contenido: **Duración:** 1 hora

6.1. Microorganismos en la industria alimenticia
6.2. Tecnología de Fermentaciones
6.3. Microorganismos en la industria farmacéutica
6.4 Biofertilizantes

UNIDAD VII. Introducción a la microbiología ambiental

Competencia:
Examinar el papel que presentan los diferentes microorganismos en los ecosistemas y su potencial aplicación en el desarrollo de tecnologías, mediante el análisis de información de vanguardia, para el tratamiento biológico de aire, agua y suelo, con iniciativa y espíritu emprendedor.

Contenido: **Duración:** 2 horas

7.1. Ciclos biogeoquímicos
7.2. Microorganismos en ambientes terrestres
7.3. Microorganismos en ambientes acuáticos
7.4. Microorganismos en ambientes animales
7.5. Aeromicrobiología
7.6. Microorganismos indicadores
    7.6.1. Coliformes totales
    7.6.2. Coliformes fecales
    7.6.3. Clostridium perfringens
    7.6.4. Prueba del número más probable

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar a los personajes que han aportado al desarrollo de la microbiología, mediante la revisión de sus aportaciones, para analizar los avances y la importancia de la microbiología a lo largo de la historia, con una actitud responsable y crítica.	Revisa material bibliográfico y genera un resumen de las aportaciones que se han hecho en el campo de la microbiología.	Capítulo 1 libro Brock, microbiología de los microorganismos y computadora.	2 horas
2	Comparar las células procariotas y eucariotas, mediante la descripción de sus estructuras, para conocer sus diferencias, con una actitud entusiasta e inquisitiva.	Revisa material bibliográfico y realiza un cuadro con las características de los microorganismos procariotas y eucariotas.	Capítulo 1 libro Brock, microbiología de los microorganismos y computadora.	2 horas
UNIDAD II				
3	Examinar la adaptación de los microorganismos a ambientes extremos, mediante la revisión de los distintos mecanismos de adaptación, para comprender su distribución en el planeta, con una actitud respetuosa hacia los seres vivos.	Investiga en fuentes electrónicas y revisa material bibliográfico para elaborar un resumen sobre distribución de microorganismos en ambientes extremos y los distintos mecanismos adaptativos.	Capítulo de libro Environmental microbiology. Maier, Peper y Gerba. Literatura consultada por el alumno, computadora e internet.	2 horas
4	Analizar las características de los grupos microbianos eucariotas, mediante el análisis comparativo de sus estructuras, para comprender la diversidad de las células eucariotas, con una actitud de respeto hacia los seres vivos y su entorno.	Revisa material bibliográfico y hacer un cuadro sinóptico que incluya las diferencias estructurales entre los distintos tipos de células los eucariotas.	Libros: Biología de los microorganismos, Brock. Environmental microbiology, computadora e internet.	2 horas

UNIDAD III				
5	Analizar los diferentes tipos de microscopías, mediante la revisión de las ventajas y desventajas de cada tecnología, para conocer sus aplicaciones en el campo de la microbiología, con una actitud ética y responsable.	Revisa el material bibliográfico y analiza la aplicación de cada tipo de microscopía. Realiza una tabla comparativa de las aplicaciones de las microscopías.	Libros: Biología de los microorganismos, Brock; Environmental microbiology, computadora e internet.	2 horas
6	Analizar los diferentes tipos de movimientos y tactismos microbianos, mediante la descripción de las estructuras y factores químicos involucrados en estos procesos, para conocer la respuesta de los microorganismos a estímulos externos, con una actitud entusiasta y crítica.	Revisa el material bibliográfico y realiza un resumen que incluya la descripción de las estructuras microbianas y factores químicos y sus respectivos tipos de movimientos y tactismos.	Libro: microbiología de los microorganismos, Brock, computadora e internet.	2 horas
UNIDAD IV				
7	Identificar los requerimientos nutricionales de diversos microorganismos, mediante la revisión de los diferentes medios de cultivo y sus usos, para comprender la importancia que los nutrientes tienen en su crecimiento, con una actitud de respeto hacia los seres vivos.	Revisa el material bibliográfico y realiza un resumen sobre los distintos medios de cultivos y el efecto de sus componentes en el crecimiento de los microorganismos.	Libro: microbiología de los microorganismos, Brock. Computadora e internet.	2 horas
8	Analizar los mecanismos de producción de energía que presentan los microorganismos, mediante el estudio de rutas metabólicas, para comprender su importancia en fermentaciones industriales, con una actitud ética	Revisa material bibliográfico, genera un esquema comparativo de los diferentes tipos de metabolismo y sus aplicaciones industriales (en caso de que existan).	Libros de microbiología general y microbiología industrial, computadora e internet.	2 horas

	y proactiva			
9	Examinar los diferentes métodos de conteo de células microbianas, mediante el análisis comparativo de sus ventajas y desventajas, para conocer sus aplicaciones industriales, con una actitud crítica y responsable.	Revisa el material bibliográfico y realiza una tabla comparativa de las ventajas y desventajas de cada método.	Libros: Biología de los microorganismos, Brock; Environmental microbiology. Computadora e internet.	2 horas
UNIDAD V				
10	Examinar los mecanismos de transferencia de material genético, mediante el análisis de los procesos involucrados en el flujo de la información genética, para comprender sus aplicaciones en la microbiología, con una actitud innovadora y respetuosa hacia los seres vivos.	Revisa material bibliográfico y realiza un resumen sobre los mecanismos de transferencia de material genético y sus aplicaciones en el campo de la microbiología.	Libros: Biología de los microorganismos, Brock; Environmental microbiology, computadora e internet	2 horas
11	Analizar la importancia de la ingeniería genética mediante la revisión de tecnologías de manipulación genética, para comprender sus aplicaciones industriales, con una actitud ética y respetuosa hacia los seres vivos.	Revisa artículos científicos y participa en la mesa de discusión sobre el impacto de los microorganismos genéticamente modificados,	Artículos científicos, proyector, computadora e internet.	4 horas
UNIDAD VI				
12	Comprender la importancia de los microorganismos en distintos procesos industriales, mediante el análisis de los beneficios o daños que generan, para conocer sus posibles aplicaciones en la	Analiza un artículo científico. Discute y presenta de forma oral los beneficios o daños que los microorganismos generan en distintos procesos industriales.	Libro: Biología de los microorganismos. Artículos científicos, computadora, internet, proyector y PowerPoint.	4 horas

	bioingeniería, con una actitud ética e inquisitiva.			
UNIDAD VII				
13	Identificar las características bioquímicas de ambientes contaminados, mediante la identificación de sus comunidades microbianas, para comprender las aplicaciones tecnológicas de biorremediación, con una actitud ética y respetuosa hacia los seres vivos.	Analiza un artículo científico. Discute y presenta de forma oral, el uso de los microorganismos en los procesos de biorremediación.	Libro: Biología de los microorganismos. Artículos científicos, computadora, internet, proyector y PowerPoint.	4 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Elaborar medios para el cultivo de microorganismos, utilizando diferentes compuestos orgánicos, para el crecimiento de microorganismos en el laboratorio con una actitud ética y responsable.	Prepara y esteriliza en autoclave medios de cultivo sólidos (gelificados) para bacterias (opción: agar nutritivo) y hongos (opción: PDA o agar dextrosa sabouraud). Vacía en caja los medios de cultivo y los almacena a 4°C, hasta su posterior uso.	Autoclave, agar nutritivo; agar dextrosa y papa; agar dextrosa sabouraud l), , agar, cajas de Petri (plástico estériles o vidrio), tubos de vidrio con rosca, gradillas, espátulas, naves para pesar, balanza, pipetas de 10 ml, pipeteador, mechero bunsen o Meker-Fisher, pizeta con etanol al 70%, papel secante, matraz de 250 ml, probeta de 250 ml, agitador magnético, termoplato, chispa para prender mechero, guantes para autoclave, agua destilada, papel aluminio y algodón.	4 horas
2	Inocular bacterias en medios de cultivo, mediante las técnicas de estriado y extensión con espátula Drigalski en caja, para adquirir las destrezas básicas de sembrado de microorganismos, con una actitud entusiasta y responsable.	Inocula medios de cultivo por estría con asa bacteriológica y por extensión con la espátula de Drigalsky, bajo condiciones de esterilidad utilizando un mechero. Observa los patrones de crecimiento de bacterias utilizando ambas técnicas de sembrado.	Mechero bunsen o Meker-Fisher, asa bacteriológica, espátula de Drigalsky, pizeta con etanol al 70%, papel secante, chispa para prender mechero, incubadora a 37°C, vaso de precipitado de 250 ml, etanol absoluto, micropipeta de 20-200 µl, puntas estériles de 200 µl y bote de desechos con cloro al 10%.	4 horas
3	Aprender el manejo y el uso del microscopio compuesto, mediante el análisis de sus componentes y la observación de distintas muestras ambientales, para comprender su importancia como herramienta en el campo de la microbiología, con una actitud de	Reconoce las partes del microscopio óptico de luz. Ajusta mediante la técnica de iluminación de Köhler y observa distintas muestras ambientales líquidas. Documenta los distintos microorganismos observados.	Microscopio óptico de luz, aceite de inmersión, papel Kimwipes, portaobjetos, cubreobjetos, pizeta con etanol al 70%, papel secante, jabón para lavar material, pipeta Pasteur, bulbo de pipeta Pasteur, pizeta con agua destilada y muestras ambientales.	2 horas

	respeto hacia la naturaleza.			
4	Analizar la morfología microbiana a niveles macroscópico y microscópico, mediante el aislamiento de muestras ambientales y su tinción con distintos colorantes, para conocer los distintos patrones de crecimiento que presentan las colonias bacterianas y fúngicas, con una actitud respetuosa hacia los seres vivos.	Prepara medio de cultivo para bacterias y hongos. Esteriliza y vacía en cajas de Petri. Inocula el medio con muestras ambientales e incuba a 30-35°C por 24 h. Analiza la morfología de las colonias y aisla colonias para obtener cultivos puros. Para bacterias, prepara frotis y realiza tinción simple o diferencial (tinción de Gram) y para hongos haz preparaciones en portaobjetos tomando las muestras de micelio con cinta adhesiva transparente. Observa bajo el microscopio.	Autoclave, cajas de Petri, agar nutritivo, agar dextrosa y papa o agar dextrosa sabouraud, agua destilada, matraz de 250 ml, probeta de 250 ml, naves para pesar, espátulas, balanza, papel aluminio, pizeta con etanol al 70%, papel secante, jabón para lavar material, guantes para autoclave, Mechero bunsen o Meker-Fisher, incubadora a 30-35°C, , azul de metileno, asa bacteriológica, cristal violeta, alcohol-acetona, safranina. Azul de algodón, azul de tripano o cualquier otro colorante para teñir estructuras fúngicas puente para tinción, portaobjetos, cubreobjetos, Microscopio óptico de luz, aceite de inmersión, papel Kimwipes, vaso de precipitado de 50 ml, pipeta Pasteur, bulbo y pizeta con agua destilada.	6 horas
5	Diferenciar distintos tipos de metabolismo que presentan las bacterias previamente aisladas, mediante la preparación de medios de cultivo con diferentes sustratos e indicadores, para conocer el tipo de metabolismo de las bacterias previamente aisladas, con una actitud entusiasta y crítica.	Prepara los medios de cultivo LIA (Agar Hierro-Lisina), MIO (Motilidad-Indol-Ornitina), agar hierro de Kliger (con sacarosa) y caldo rojo de fenol citrato de Simmons, caldo bilis verde brillante (para coliformes). Esteriliza en autoclave y almacena a 4°C hasta su uso. Aplica la técnica del número más probable para determinar el número de bacterias coliformes en la muestra.	Rojo fenol: peptona proteasa, Extracto de carne, Cloruro de sodio, Rojo fenol Carbohidrato desecado, lactosa, sacarosa, Medio MIO, Medio LIA. Caldo bilis verde brillante. TSI: Extracto de carne, Extracto de Levadura, Peptona, Peptona proteasa, Glucosa, Lactosa, Sacarosa, Sulfato Ferroso, Cloruro de Sodio, Tiosulfato de Sodio, Agar, Rojo de Fenol.	6 horas

			Citrato de Simmons: Sulfato de Magnesio, Difosfato de Amonio, Fosfato Dipotásico, Citrato de Sodio, Cloruro de Sodio Agar. Azul de Bromotimol. Agar almidón: Extracto de carne, Almidón soluble Agar. Agua peptonada: Triptona, Cloruro de Sodio. Autoclave, balanza, agitador magnético, termoplato, naves para pesar, espátulas, probeta de 250 ml, matraz de 500 ml, Potenciómetro, solución de NaOH 5 M, ácido acético glacial, tubos de vidrio con rosca (100), gradillas de metal, cajas de Petri, mechero Meker, asa bacteriológica, campana de Dunham, horno de microondas, guantes para autoclave, incubadora a 37°C, iodo lugol, reactivo de Kovac, pipetas Pasteur y bulbo.	
6	Cuantificar microorganismos en muestras ambientales, mediante técnicas de conteo estándar en placa y la cámara de Petroff-Hausser, para comprender el crecimiento celular, con una actitud responsable y de respeto a los seres vivos.	Prepara diluciones decimales de diferentes muestras (por ejemplo: un cultivo bacteriano, suelo, suero de queso, etc). Siembra las diluciones en cajas de Petri con agar nutritivo para el conteo de bacterias y en PDA para el conteo de hongos. Incuba las cajas a 30-35°C durante 24 – 48 h. Cuenta las colonias y determina el número de unidades formadoras de colonias del cultivo original.	Muestras ambientales, Agar nutritivo, PDA, YPD (Dextrosa-peptona-extracto de levadura) Cámara de Petroff-Hausser, microscopio, kimwipes, aceite de inmersión, cajas de Petri, papel secante, pizeta con etanol al 70 %, lugol, micropipetas de 10 y 200 µl, puntas de 10 y 200 µl, autoclave, guantes para autoclave, mechero Meker, chispa para mechero, agua estéril, solución salina estéril, incubadora a 37°C, pipeta de 10 ml, pipeteador, matraz de 250 ml,	7 horas

			probeta de 250 ml, papel aluminio, tubos de vidrio estériles, gradilla de metal y matraz Erlenmeyer de 250 mL.	
7	Determinar la resistencia a antibióticos en bacterias, mediante el método de Kirby-Bauer, para comprender la importancia biológica de la resistencia a antibióticos que pueden presentar algunas bacterias, con una actitud inquisitiva y de respeto hacia los seres vivos.	Prepara y esteriliza el medio Agar Mueller-Hinton. Vacía en cajas de Petri. Inocula el medio con hisopos estériles, deja que se absorba el inóculo en el agar, coloca los sensidiscos e incuba a 37°C durante 18 h. Mide el halo de inhibición y determina la sensibilidad de las bacterias a los diferentes antibióticos.	Agar Mueller-Hinton: Extracto de carne, Hidrolizado ácido de caseína, Almidón, Agar. Autoclave, campana de flujo laminar, mechero Meker, cajas de Petri, dispensador de sensidiscos, cartuchos de sensidiscos, pinzas carolina, pizeta con etanol al 70%, papel secante, incubadora a 37°C, hisopos estériles y bote de desechos con cloro al 10 %.	3 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

El docente funge como guía facilitador del aprendizaje, trabaja con una metodología de exposiciones en clase, recomienda previamente las lecturas y proporciona actividades para realizarse extra-clase, buscando que contribuyan a reafirmar el conocimiento de lo visto en clase. Revisa las tareas y realiza las observaciones pertinentes.

Durante el desarrollo de las actividades previamente citadas, se promueve la participación, el análisis y toma de decisiones a los diferentes problemas planteados, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

Durante la clase el estudiante discute y expone dudas o comentarios con base en material de lectura proporcionado previamente. Además, propone situaciones para el uso responsable de los microorganismos y trabaja de manera individual o por equipo. El estudiante entrega tareas a lo largo del desarrollo del curso, las cuales le serán devueltas con las observaciones pertinentes para lograr la retroalimentación y el avance en el aprendizaje de las unidades planteadas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (2)…… 40%
- Taller, exposiciones, tareas, participación en clases…….…….... 25%
- Evidencia de desempeño 1 ……. 20%
  (Carpeta digital)
- Evidencia de desempeño..... 15%
  (Reporte)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Black, J. G. y Black, L. J. (2015). *Microbiology: Principles and Explorations* (9ª ed.). Estados Unidos: Wiley. ISBN: 9781118743164.

Cappuccino, J. G. y Welsh, C. (2017). *Microbiology: a laboratory manual* (11ª ed.). Reino Unido: Pearson Education. ISBN: 9780134098630.

Madigan, M. T., Martinko, J., Bender, K., Buckley, D. y Stahl, D. (2015). *Brock biología de los microorganismos* (14ª ed.). Reino Unido: Pearson Education. ISBN: 9788490352793.

Okafor, N. y Okeke, B.C. (2017). *Modern industrial microbiology and biotechnology* (2ª ed.). Estados Unidos: CRC Press. ISBN: 9781138550186.

Pepper I. L., Gerba C. P. y Gentry T. J. (2015). *Environmental microbiology*. (3ª ed.). Estados Unidos: Academic Press-Elsevier.

Tortora, G., Funke, B., Case, C. L. y Rondinone, S. L. (2017). *Introducción a la microbiología* (12ª ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana. ISBN: 9789500695404.

Complementarias

Baltz, R. H., Davies, J. E. y Demain, A. L. (2010). *Manual of Industrial Microbiology and Biotechnology* (3ª ed.). Estados Unidos: ASM Press. Recuperado de http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=1020290&lang=es&site=ehost-live [clásica]

Gupta, V. K., Zeilinger-Migsich, S., Ferreira Filho, E. X., Dur, an D. de B. M. del C. y Purchase, D. (2017). *Microbial Applications : Recent Advancements and Future Developments*. D.E.: De Gruyter. Recuperado de: http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=1458971&lang=es&site=ehost-live

Tortora, G. J., Funke, B. R. y Case, C. L. (2016). *Microbiology: An Introduction* (16ª ed.). Reino Unido:Pearson Education. ISBN: 9780321929150. 810 pp.

Yates, M. V., Nakatsu, C. H., Miller, R. V. y Pillai, S. D. (2016). *Manual of Environmental Microbiology* (4ª ed.). Estados Unidos: ASM Press.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en Licenciatura en Biología, tener conocimientos en el área microbiológica, preferentemente con posgrado en microbiología y/o biotecnología. Se sugiere presente una experiencia laboral mínima de tres años y experiencia docente de por lo menos dos años. Además debe de ser una persona responsable, propiciar la participación activa de los estudiantes, ser tolerante con los alumnos e incorporar a la comunidad universitaria en actividades tendientes a mejorar la calidad de vida de la sociedad, con apego al código de ética universitario.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Sistemas de Control

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Jován Oseas Mérida Rubio	
Juan Miguel Colores Vargas	
Josué Castillo Aranda	
Roberto López Avitia	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Sistemas de Control tiene como propósito desarrollar en los estudiantes las competencias teórico-prácticas necesarias para analizar y simular sistemas de control para sistemas dinámicos lineales basados en la representación de su función de transferencia en el dominio de tiempo continuo.
La importancia de esta unidad de aprendizaje radica en desarrollar los conocimientos y habilidades necesarias para logar la automatización de procesos de forma responsable, colaborativa y creativa.
Sistemas de Control es una unidad de aprendizaje de carácter obligatorio, teórico-práctica, corresponde al área de Ingeniería Aplicada y Diseño del programa educativo Bioingeniero. Es necesario que los estudiantes al ingresar al curso tengan conocimientos básicos de algebra, calculo, dinámica y ecuaciones diferenciales.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y simular sistemas de control de sistemas fisiológicos lineales, a partir de su representación como función de transferencia en el dominio del tiempo continuo, con la finalidad de comprender la interrelación entre los diferentes subsistemas fisiológicos en el cuerpo humano para su posterior interpretación y aplicación, con disposición para el trabajo colaborativo y con una actitud responsable y creativa.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Un Sistema de Control simulado, que se aplique a un sistema fisiológico y que atienda los requerimientos establecidos por el docente sobre las diferentes variables del sistema. Se deberán aplicar los criterios para determinar la estabilidad del sistema, así como los procedimientos para obtener los valores característicos de comportamiento en su estado estable.
Portafolio de evidencias que incluya, entre otros documentos, evaluaciones parciales, tareas, trabajos de investigación, simulaciones, actividades de talleres y prácticas de laboratorio, incorporando una portada, índice y una conclusión en donde se expongan las experiencias de aprendizaje durante las actividades del curso.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Sistemas de control

Competencia:
Analizar los elementos que integran un sistema de control, mediante el estudio de sistemas fisiológicos y de las estructuras de control en lazo abierto y lazo cerrado, para establecer la relación e importancia de los sistemas de control en los procesos dinámicos, con responsabilidad, sentido crítico y disciplina.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Conceptos básicos de sistemas de control
  1.1.1. Definición de sistema de control
  1.1.2. Elementos de un sistema de control
  1.1.3. Representación en diagramas a bloques
1.2. Clasificación de los sistemas de control
  1.2.1. Sistema de control de lazo abierto
  1.2.2. Sistema de control de lazo cerrado
1.3. Problemas de regulación y seguimiento de los sistemas de control.
1.4. Ejemplos de aplicaciones de sistemas de control en sistemas fisiológicos.

UNIDAD II. Modelado matemático de sistemas físicos

Competencia:
Formular modelos matemáticos en tiempo continuo expresados por ecuaciones diferenciales ordinarias, mediante la aplicación de las leyes que definen los comportamientos de los elementos que componen los sistemas dinámicos, para la obtención de su función de transferencia, de una forma ordenada, respetuosa, honesta y con profesionalismo.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1. Propiedades generales de los sistemas
  2.1.1. Resistencia, almacenaje e inercia
  2.1.2. Sistemas eléctricos, mecánicos, fluídicos, térmicos y químicos
2.2. Obtención de modelos lineales de sistemas fisiológicos
  2.2.1 Linealización e modelos no lineales
2.3. La transformada de Laplace
  2.3.1. Transformada Directa de Laplace
  2.3.2. Transformada Inversa de Laplace
  2.3.3. Teoremas de la Transformada de Laplace Directa e Inversa
  2.3.4. Transformada de Laplace de ecuaciones diferenciales
2.4. Función de transferencia
  2.4.1. Definición de la función de transferencia de sistemas continuos
  2.4.2. Representación a bloques de las funciones de transferencia
  2.4.3. Reducción de diagramas a bloques
  2.4.4. Obtención de la función de transferencia de sistemas fisiológicos

UNIDAD III. Análisis y simulación de la respuesta transitoria y estacionaria de sistemas fisiológicos.

Competencia:
Analizar la dinámica de los modelos matemáticos de sistemas fisiológicos, mediante la caracterización y simulación de su respuesta transitoria y estacionaria, para comprender el comportamiento dinámico de esta clase de sistemas, con una actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 3 horas

3.1. Señales de entrada típicas en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia: Impulso, escalón y rampa.
3.2. Determinación del punto de operación de un sistema lineal fisiológico.
3.3. Especificaciones en el dominio del tiempo de la respuesta transitoria y estacionaria de los sistemas de primer y segundo orden ante señales de entradas típicas.
3.4. Error en estado estable.
3.5. Polos dominantes de la función de transferencia.
3.6. Simulación y análisis de sistemas fisiológicos mediante MATLAB o LABVIEW.

UNIDAD IV. Estabilidad

Competencia:
Probar la estabilidad de sistemas dinámicos lineales y continuos expresados a partir de su función de transferencia, utilizando herramientas analíticas y software, para determinar la respuesta transitoria de dicho sistema, con responsabilidad, creatividad y disposición para el trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 3 horas

4.1. Concepto de estabilidad.
4.2. Raíces de la ecuación característica.
4.3. Relación entre la estabilidad y la respuesta transitoria.
4.4. Lugar de las raíces.
4.5. Criterio de Ruth Hurwitz.
4.6. Uso de MATLAB o LABVIEW para determinar la estabilidad de modelos fisiológicos.

UNIDAD V. Análisis en el dominio de la frecuencia de sistemas lineales

Competencia:
Analizar la respuesta en el dominio de la frecuencia de sistemas fisiológicos lineales, utilizando herramientas analíticas y de software, para determinar la estabilidad y el comportamiento dinámico de estas clases de sistemas, con sentido crítico, responsabilidad y disciplina.

Contenido: **Duración:** 2 horas

5.1. Respuesta de estado permanente a entradas senoidales
  5.1.1 Respuesta en lazo abierto
  5.1.2. Respuesta en lazo cerrado
  5.1.3. Relación entre las respuesta transitoria y la respuesta en frecuencia
5.2. Representación gráfica de la respuesta en frecuencia
  5.2.1 Gráficas de Bode:
  5.2.2 Gráficas de Nichols
  5.2.3 Gráficas de Nyquist
5.3. Análisis en el dominio de la frecuencia usando MATLAB o LABVIEW
  5.3.1 Análisis de la respuesta en la frecuencia de modelos fisiológicos
5.4. Criterio de estabilidad de Nyquist.
  5.4.1 Análisis de la estabilidad Nyquist mediante MATLAB o LABVIEW

UNIDAD VI. Controladores en el dominio del tiempo

Competencia:
Analizar el efecto que tienen los controladores sobre la dinámica de los sistemas, mediante el estudio y simulación de las estructuras básicas de control para comprender el efecto del controlador sobre la respuesta del sistema, con sentido crítico, responsabilidad y disciplina.

Contenido: **Duración:** 3 horas

6.1. Conceptos y técnicas básicas de control.
6.2. Acciones de control
6.3. Tipos de controladores
6.4. Métodos de ajuste de controladores
6.5. Ejemplos de control de sistemas fisiológicos

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar los principales elementos de un sistema de control, a partir de representaciones gráficas y textuales, con el objetivo de explicar la tarea de cada elemento en la conformación de dicho sistema, con actitud crítica y reflexiva.	1.- En equipo estudiar los diferentes elementos que conforman a un sistema de control. 2.- Elaborar un mapa conceptual. 3.- Exponer su trabajo al grupo y debatir sus ideas.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla, cartulina y colores.	1 Hora
2	Identificar los diferentes tipos de sistemas de control, a partir del reconocimiento de sus elementos, con el propósito de reconocer las características del sistema, de manera ordenada y creativa.	1.- En equipo estudiar las características que definen a un sistema de lazo abierto y lazo cerrado. 2.- Elaborar una tabla en donde de enuncien y clasifiquen diversos sistemas de lazo abierto y cerrado, justificando textualmente el tipo de clasificación de acuerdo a sus características. 3.- Comparar la tabla elaborada con los diferentes equipos y discutir las diferencias.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	1 Hora
UNIDAD II				
3	Formular modelos matemáticos de tiempo continuo, utilizando procedimientos de análisis y leyes de la física y química, con el propósito de estudiar el comportamiento de diferentes sistemas dinámicos bajo diferentes condiciones, con actitud propositiva.	1.- De manera individual se analizan diversos sistemas, a partir de procedimientos y leyes de física y química que modelen matemáticamente cada elemento. 2.- Para cada sistema analizado se obtiene una ecuación diferencial ordinaria lineal e invariante en el tiempo.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	2 Hora

		3.-A partir de cada ecuación diferencial obtenida, se desarrolla el procedimiento para la obtención de su función de transferencia. 4.- Se elabora un reporte de la actividad.		
4		1.- De manera individual se analiza un sistema fisiológico a partir de las relaciones y leyes de física y química. 2.- Para cada sistema analizado se desarrolla el procedimiento para la obtención de un modelo matemático lineal expresado como una ecuación diferencial ordinaria y su función de transferencia. 3.- Se elabora un reporte de la actividad.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	1 Hora
UNIDAD III				
5	Analizar la dinámica de modelos matemáticos, mediante la caracterización de su respuesta transitoria y estacionaria, para comprender su comportamiento dinámico, con responsabilidad y disposición para el trabajo en equipo.	1.- De manera individual se analizan los modelos matemáticos provenientes de diferentes sistemas físicos, eléctricos y fisiológicos. 2.- Para cada sistema analizado se desarrolla el procedimiento para obtener su respuesta a una entrada escalón. 3.- Para cada sistema analizado se desarrolla el procedimiento para obtener las especificaciones en la respuesta de los sistemas: tiempo de subida, tiempo de asentamiento, tiempo pico, máximo sobreimpulso, entre otros. 4.- Se elabora un reporte de la actividad.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	3 Horas

UNIDAD IV				
6	Probar la estabilidad de sistemas dinámicos lineales y continuos, utilizando herramientas analíticas, para determinar la respuesta transitoria de sistemas expresados como funciones de transferencia, de una forma ordenada, con actitud crítica y reflexiva.	1.- De manera individual se analiza la estabilidad de diversos sistemas utilizando su función de transferencia a través del teorema de Routh Hurwitz. 2.- Se comprueba y compara la estabilidad de los sistemas analizados utilizando su función de transferencia a través del lugar geométrico de las raíces. 3.- Se elabora un reporte de la actividad.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	2 Horas
UNIDAD V				
7	Analizar la respuesta de sistemas lineales en el dominio de la frecuencia, utilizando herramientas analíticas para determinar la su estabilidad y comportamiento dinámico, de una forma ordenada, disciplinada y eficiente.	1.- De manera individual se analiza la respuesta en estado permanente de diversos sistemas a entradas sinodales. 2.- Se desarrolla el procedimiento para obtener la respuesta de sistemas en el dominio de la frecuencia mediante la obtención de diagramas de Bode y Nichols. 3.- Se desarrolla el procedimiento para obtener la estabilidad de sistemas en el dominio de la frecuencia mediante el criterio de estabilidad de Nyquist. 4.- Se elabora un reporte de la actividad.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	3 Horas
UNIDAD VI				
8	Describir las características de las diferentes acciones de control, mediante el estudio de las estructuras básicas de control,	1.- En equipo estudiar las características que definen las diferentes acciones de control. 2.- Elaborar una tabla en donde de	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	1 Hora

	para comprender sus efectos sobre la respuesta de los sistemas, manteniendo una actitud analítica y participativa.	enlisten las diferentes acciones de control y sus características más sobresalientes en torno a los parámetros de: tiempo de subida, sobreimpulso, tiempo de estabilización y error en estado estable. 3.- Comparar la tabla elaborada con los diferentes equipos y discutir las diferencias.		
9	Aplicar los métodos sintonización de controladores, a partir del estudio de diversas metodologías para el ajuste de parámetros, que permitan mejorar la respuesta de los sistemas, con una actitud propositiva.	1.- De manera individual se estudia el concepto de sintonización de controladores y los diferentes procedimientos de sintonización. 2.- Se desarrolla el procedimiento para sintonizar diversos controladores mediante el método de lazo abierto (curva de reacción). 3.- Se desarrolla el procedimiento para sintonizar diversos controladores mediante el método de lazo cerrado (Ziegler-Nichols). 4.- Se elabora un reporte de la actividad.	Bibliografía recomendada, apuntes, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	2 Horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los elementos que forman un sistema de control, a partir de la herramienta de software MATLAB-Simulink, para familiarizarse con los componentes de trabajo que serán utilizados durante el curso, de una manera ordenada y con respecto a sus compañeros., fomentando el respeto entre los participantes.	1.- En equipo se identifican las herramientas, controles e instrumentos de medición disponibles en el software de simulación MATLAB. 2.- Se simulan diversos esquemas con diferente dificultad en donde se empleen las diferentes herramientas disponibles en el software. 3.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	4 Horas
UNIDAD II				
2	Obtener modelos matemáticos de tiempo continuo, utilizando herramientas de simulación en software, para entender el comportamiento de diferentes sistemas dinámicos bajo diferentes condiciones, con una actitud de respeto a sus compañeros y a sí mismo.	1.- En equipo se repasan los pasos para la linealización de un modelo matemático no-lineal de un sistema alrededor de un punto de operación. 2.- Se comprueba el procedimiento de linealización utilizando MATLAB/Simulink. 3.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	2 Horas
3		1.- En equipo se repasan los pasos para la resolución de ecuaciones en el dominio de Laplace y resuelven diversos ejercicios.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	2 Horas

		2.- Se comprueban los resultados obtenidos utilizando las herramientas disponibles en MATLAB/Simulink. 3.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.		
4		1.- En equipo se repasan los pasos para la reducción de sistemas expresados como diagramas a bloques. 2.- Se reducen diversos diagramas a bloques de manera analítica y se obtiene su función de transferencia. 3.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	2 Horas
UNIDAD III				
5	Analizar la dinámica de modelos matemáticos, mediante herramientas de software, para obtener la respuesta transitoria de los sistemas, de una forma ordenada, concisa y siguiendo una secuencia lógica.	1.- En equipo se repasan los pasos para determinar el punto de operación de un sistema lineal. 2.- Se encuentran los puntos de operación de diversos sistemas lineales. 3.- Los desarrolla el procedimiento para calcular puntos de operación de sistemas lineales mediante MATLAB/Simulink. 4.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 5.- Se elabora un reporte de la	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	2 Horas

		práctica.		
6	.	1.- En equipo se repasan los pasos para determinar la respuesta de sistemas de primer y segundo orden. 2.- Se analiza la respuesta de diversos sistemas y se calculan los parámetros de respuesta. 3.- Los sistemas analizados son implementados en el software de simulación MATLAB/Simulink y se miden los parámetros de respuesta. 4.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 5.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	4 Horas
UNIDAD IV				
7	Analizar la estabilidad de sistemas dinámicos lineales y continuos, utilizando herramientas de simulación en software, para determinar la estabilidad absoluta y relativa del sistema, con actitud creativa e innovadora.	1.- En equipo se repasan los pasos para determinar la estabilidad en sistemas lineales. 2.- Se analiza la estabilidad de diversos sistemas dinámicos lineales de manera analítica. 3.- Los sistemas analizados son implementados en el software de simulación MATLAB/Simulink y se prueba la estabilidad por el método del lugar geométrico de sus raíces. 4.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 5.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	4 Horas

UNIDAD V				
9	Analizar la respuesta de sistemas lineales en el dominio de la frecuencia, utilizando herramientas de simulación en software para determinar la su estabilidad y comportamiento dinámico, actitud propositiva.	1.- En equipo se repasan los pasos para para obtener la respuesta en estado permanente a sistemas con entrada senoidal 2.- Se calcula la respuesta a entrada senoidal de diversos sistemas dinámicos lineales de primer y segundo orden. 3.- Los sistemas analizados son implementados en el software de simulación MATLAB/Simulink y se obtiene su respuesta. 4.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 5.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	2 Horas
10		1.- En equipo se repasan los pasos para para obtener la respuesta de sistemas en el dominio de la frecuencia. 3.- Se analiza la respuesta de diversos sistemas en el dominio de la frecuencia utilizando diagramas de Bode, Nichols y el criterio de estabilidad de Nyquist 3.- Los sistemas analizados son implementados en el software de simulación MATLAB/Simulink y se obtiene su respuesta. 4.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 5.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	4 Horas
UNIDAD				

VI				
12	Analizar el efecto que tienen los controladores sobre la dinámica de los sistemas, mediante herramientas de simulación en software para comprender el efecto del controlador sobre la respuesta del sistema, con una actitud proactiva y disciplinada.	1.- En equipo se repasa el concepto de sintonización de controladores y los métodos de lazo abierto y lazo cerrado. 2.- Se desarrolla el procedimiento para sintonizar de manera analítica diversos controladores mediante el método de lazo abierto y lazo cerrado. 3.- Se desarrolla el procedimiento para sintonizar los controladores analizados, utilizando el software de simulación MATLAB/Simulink. 4.- Se comparan los resultados obtenidos de manera analítica con los calculados por el software. 5.- Se elabora un reporte de la práctica.	Computadora con el software MATLAB, hojas de papel, lápiz y pluma, calculadora, apuntes, documento con el procedimiento para el desarrollo de la practica	6 Horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre :
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice sus habilidades técnicas, humanas y conceptuales.

Estrategia de enseñanza (docente):
Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, apoyándose de material didáctico como presentaciones o videos. Además, se recomiendan utilizar diferentes estrategias de enseñanza.

Estrategia de aprendizaje (alumno):
A través del trabajo en equipo, sesiones de taller, exposición de temas por parte del docente y sesiones experimentales en el laboratorio, el alumno aplica los conceptos y principios matemáticos que rigen el comportamiento de los sistemas analizados en clase, para la resolución de ejercicios teóricos, prácticos y de simulación, que se asemejen a problemas reales, con el fin de reforzar los temas revisados en clase. Los reportes en cada actividad son elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, que posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas. Se recomienda que el alumno maneje diferentes estrategias de aprendizaje, por ejemplo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de calificación

- Tareas y Talleres……..…..15%
- Evaluación parcial (3)…….30%
- Prácticas de laboratorio…….15%
- Sistema de control (Proyecto final y reporte)….20%
- Portafolio de evidencias…….10%

Total…100%

Nota: El proyecto final debe ser evaluado en forma progresiva, es decir, se debe presentar un avance en cada parcial, de acuerdo a la programación mensual propuesta por el docente.

Criterios de evaluación

- Para acreditar el laboratorio el alumno deberá entregar una práctica final en la fecha indicada en la programación mensual propuesta por el profesor.
- El reporte de la práctica de laboratorio se entrega a más tardar antes de la siguiente práctica, es decir, se tienen 8 días para entregarlo.
- En caso que el alumno no logre una calificación mayor o igual a 70/100 en los exámenes parciales, o no apruebe más de una evaluación parcial deberá presentar un examen ordinario. La calificación final será el 50% de la calificación obtenida en el examen ordinario y el 50% de la calificación acumulada durante el semestre.
- En caso de presentar examen ordinario, deberá obtener mínimo una calificación de 60/100 para aprobar la asignatura.
- En caso de no aprobar la evaluación ordinaria, el alumno podrá presentar un examen extraordinario siempre y cuando cumpla con los criterios de acreditación mencionados en el inciso a). En este caso la calificación final será la obtenida al presentar este examen.
- El portafolio de evidencias debe elaborarse y evaluarse de manera progresiva, es decir, se debe presentar un avance en cada parcial, de acuerdo a la programación mensual propuesta por el profesor. Los ejercicios, tareas, prácticas, evaluaciones parciales y trabajos de investigación deberán entregarse en tiempo, limpios, con orden, claridad y coherencia en el desarrollo de las ideas. Deben atender a normas de redacción y ortografía.
- Mayores detalles se especificarán en las rúbricas de evaluación según corresponda.

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
De, S., Guilak, F. y Mofrad, M. R. (2010). *Computational modeling in biomechanics*. New York, Estados Unidos: Springer. Recuperado de https://link.springer.com/book/10.1007/978-90-481-3575-2 Dorf, R. C. y Bishop, R. H. (2016). *Modern control systems*. Estados Unidos: Pearson. Hoppensteadt, F. C. y Peskin, C. S. (2002). *Modeling and simulation in medicine and the life sciences*. New York, Estados Unidos: Springer. Recuperado de https://www.springer.com/gp/book/9780387950723 Khoo, M. C. (2018). *Physiological control systems: analysis, simulation, and estimation*. New York, Estados Unidos: John Wiley. Kuo, B. C. (1996). *Sistemas de control automático*. México: Pearson Educación. [clásica]	Rideout, V. C. (1991). *Mathematical and computer modeling of physiological systems*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall. [clásica] Rosenbaum, D. A. (2009). *Human motor control.* Estados Unidos: Academic press. [clásica] Lurie, B., y Enright, P. (2012). *Classical feedback control: with MATLAB and Simulink*. Estados Unidos: CRC Press. [clásica] Cavallo, A., Setola, R., y Vasca, F. (1996). *Using MATLAB, SIMULINK and Control System Toolbox. A practical approach*. Estados Unidos: Prentice Hall. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

Posee conocimientos afines a la unidad de aprendizaje de bioelectrónica, preferentemente profesionista del área de bioingeniería, ingeniería electrónica, ingeniería biomédica, ingeniería biónica (u otra ingeniería a fin). Ha participado o participa en la elaboración de proyectos en instituciones públicas o privadas o se desempeña profesionalmente en el diseño y elaboración de proyectos. Cuenta con experiencia docente mínima de dos años en el nivel de educación superior.
Domina los ambientes virtuales en apoyo al trabajo educativo e impulsa el uso de recursos electrónicos en los alumnos, selecciona, elabora y desarrolla estrategias y secuencias de aprendizaje y evaluación para el logro de las competencias en los alumnos, se comunica de manera eficiente para coadyuvar con el logro de los objetivos de parte de los estudiantes, usa y maneja eficientemente los programas de simulación de circuitos electrónicos en sus versiones recientes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Bioelectrónica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Circuitos lineales

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Juan Miguel Colores Vargas	
Miguel Alejandro Díaz	Alejandro Díaz.
Fabián Natanael Murrieta Rico	
Roberto López Avitia	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Bioelectrónica tiene como propósito desarrollar en los estudiantes las competencias teórico-prácticas necesarias para caracterizar e identificar las diferentes señales bioeléctricas, así como para diseñar y construir circuitos especializados para su acondicionamiento. La importancia de esta unidad de aprendizaje radica en desarrollar los conocimientos y habilidades necesarias para el manejo de circuitos basados en amplificadores operacionales, que por su versatilidad hacen posible la ejecución de operaciones matemáticas para su aplicación en el tratamiento y acondicionamiento de señales bioeléctricas analógicas, así como en tareas de control e instrumentación de las mismas.

Esta asignatura es de carácter obligatorio, teórico-práctica de la etapa disciplinaria y corresponde al área de Ingeniería Aplicada y Diseño del programa educativo Bioingeniero. Es necesario que los estudiantes al ingresar al curso tengan conocimientos básicos de análisis de circuitos eléctricos, por ello, se requiere haber acreditado la unidad de aprendizaje de Circuitos Lineales.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar e implementar circuitos electrónicos analógicos mediante la conformación de esquemas de conexión basados en amplificadores de voltaje/corriente, para su aplicación en la adquisición, acondicionamiento y amplificación de señales bioeléctricas, con disposición para el trabajo colaborativo y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Prototipo de un circuito electrónico con aplicación en el acondicionamiento de una señal bioeléctrica utilizando amplificadores operacionales. Reporte técnico donde se documente la metodología empleada en el diseño de un circuito electrónico con aplicación en el acondicionamiento de una señal bioeléctrica utilizando amplificadores operacionales, así como sus resultados y conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Dispositivos semiconductores aplicados a sistemas eléctricos analógicos

Competencia:
Analizar e implementar circuitos electrónicos basados en dispositivos semiconductores básicos, aplicando las consideraciones teórico-prácticas que rigen el comportamiento de cada componente del circuito para su utilización en aplicaciones de adquisición, regulación y acondicionamiento de bioseñales con honestidad académica y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 10 horas

1.1. Origen de las señales bioeléctricas
1.2. Propiedades y características de señales bioeléctricas
1.3. Características de los semiconductores
1.4. Diodo de unión P-N
    1.4.1. Curva voltaje-corriente de un diodo
    1.4.2. Comportamiento en frecuencia de un diodo
    1.4.3. Diodo Zener
    1.4.4. Diodo Schottky
    1.4.5. Circuitos con diodos
1.5. Transistor de unión bipolar – BJT
    1.5.1. Modelo y comportamiento de los transistores BJT
    1.5.2. Amplificadores basados en transistores BJT
1.6. Transistor de efecto de campo – FET
    1.6.1. Modelo y comportamiento de los transistores FET
    1.6.2. Transistor de efecto de campo de unión – JFET
    1.6.3. Transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor – MOSFET
    1.6.4. Amplificadores basados en transistores FET
1.7. Dispositivos optoelectrónicos
    1.7.1. Fotodiodos
    1.7.2. Fotodiodos de avalancha
    1.7.3. Acondicionamiento de fotodiodos

1.7.4. Fotoconductores – Resistencia dependiente de luz
1.7.5. Diodos emisores de Luz – LED's
1.7.6. Diodos Láser

UNIDAD II. Circuitos basados en amplificadores operacionales

Competencia:
Diseñar e implementar circuitos electrónicos a partir de esquemas que incluyan amplificadores operacionales en sus diferentes configuraciones, para su aplicación en el acondicionamiento de bioseñales, con una actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 10 horas

2.1. Amplificador diferencial
    2.1.1. Circuito basado en transistores
    2.1.2. Factor de rechazo en modo común (CMRR)
2.2. Amplificador operacional
    2.2.1. Propiedades de un amplificador operacional ideal
    2.2.2. Parámetros básicos de un amplificador operacional real
    2.2.3. Configuraciones en lazo abierto
        2.2.3.1. Detector de cruce por cero
        2.2.3.2. Detector de nivel de voltaje
2.3. Configuraciones básicas de circuitos con amplificadores operacionales
    2.3.1. Seguidor de voltaje–BUFFER
    2.3.2. Amplificador Inversor
    2.3.3. Amplificador No-Inversor
    2.3.4. Amplificador Diferenciador
    2.3.5. Amplificador Sumador
    2.3.6. Amplificador Derivador
    2.3.7. Amplificador Integrador

2.4. Configuraciones especiales de circuitos con amplificadores operacionales

- 2.4.1. Comparadores de voltaje
- 2.4.2. Amplificador Multiplicador
- 2.4.3. Amplificador Divisor
- 2.4.4. Convertidores DAC y ADC
- 2.4.5. Convertidores voltaje-corriente
- 2.4.6. Convertidores voltaje-frecuencia
- 2.4.7. Osciladores

UNIDAD III. Filtros analógicos activos y amplificadores especiales

Competencia:
Diseñar y construir circuitos electrónicos analógicos a partir de filtros electrónicos activos y circuitos integrados especializados para su aplicación en sistemas que involucren el manejo y acondicionamiento de señales bioeléctricas, con sentido crítico, responsabilidad y disciplina.

Contenido: **Duración:** 12 horas

3.1. Conceptos básicos de filtrado
- 3.1.1. Características generales de los filtros pasivos y activos
- 3.1.2. Consideraciones y parámetros para el diseño de filtros
- 3.1.3. Clasificación de los filtros
- 3.1.4. Resonancia, factor de calidad y selectividad
- 3.1.5. Filtros Butterworth
- 3.1.6. Filtros Chebyshev
- 3.1.7. Filtros Cauer

3.2. Diseño de filtros activos
- 3.2.1. Filtros pasa bajas de primer orden
- 3.2.2. Filtros pasa altas de primer orden
- 3.2.3. Estructuras Sallen-Key y estructuras Rauch
- 3.2.4. Filtros rechaza banda
- 3.2.5. Filtros de orden superior
- 3.2.6. Filtros activos controlados electrónicamente
- 3.2.7. Herramientas en software para el diseño de filtros
- 3.2.8. Amplificadores operacionales especiales
  - 3.2.8.1. Amplificadores de instrumentación
  - 3.2.8.2. Amplificadores de aislamiento
  - 3.2.8.3. Amplificadores de continua conmutados
  - 3.2.8.4. Amplificadores de transconductancia
  - 3.2.8.5. Amplificadores de transimpedancia
  - 3.2.8.6. Amplificadores logarítmicos

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Comprender los principios fisiológicos que dan origen a las señales bioeléctricas a partir del estudio de los estímulos (señales) que regulan el comportamiento celular, para explicar e interpretar bioseñales reales, con actitud crítica y reflexiva.	1.- En equipo estudiar y las partes de las células excitables de corazón, musculo y neurona. 2.- Elaborar un mapa conceptual. 3.- Exponer su trabajo al grupo y debatir sus ideas.	Lápices y plumas, hojas limpias, regla, cartulina y colores.	1 hora
2	Conocer las diferentes señales bioeléctricas a través de revisión bibliográfica con el propósito de identificar sus parámetros más importantes, con creatividad.	1.- En equipo estudiar las características de las diferentes señales bioeléctricas. 2.- Elaborar una tabla comparativa que describa los parámetros eléctricos más relevantes para las diferentes señales bioeléctricas. 3.- Comparar la tabla elaborada con los diferentes equipos y se discutir las diferencias.	Lápices y plumas, hojas limpias, regla.	1 hora
3	Identificar y seleccionar los diodos más idóneos a partir del estudio de los parámetros y características eléctricas proporcionadas en hojas de datos, con la finalidad de satisfacer los requerimientos establecidos durante el diseño de circuitos electrónicos, con actitud propositiva.	1.- En equipo identificar las especificaciones eléctricas de diferentes diodos, a partir de las hojas de fabricante 2.- Se elabora un documento en donde se describan los parámetros eléctricos más importantes para diferentes números de parte 3.- Se comparan los datos del documento con los diferentes equipos y se discuten las	Hojas de datos de fabricante, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	1 hora

		diferencias.		
4	Analizar circuitos eléctricos con diodos a través de la aplicación de los principios y relaciones que rigen su comportamiento, para calcular los voltajes y corrientes eléctricas en los diferentes elementos del circuito, con actitud reflexiva y organizada.	1.- De manera individual se analizan diferentes circuitos eléctricos basados en diodos, utilizando los principios y leyes eléctricas establecidas en la literatura. 2.- Se elabora un documento en donde se describe de manera detallada el procedimiento de análisis para cada circuito.	Hojas de datos de fabricante, formulario, lápices y plumas, hojas limpias, calculadora.	2 horas
5	Comprobar los parámetros eléctricos de diferentes transistores a partir de procedimientos de simulación en software, con la finalidad de estudiar las diferentes relaciones voltaje-corriente como etapa fundamental en el diseño de circuitos con transistores, de una manera organizada y profesional.	1.- En equipo se implementa el procedimiento para analizar las características eléctricas de un transistor, utilizando software de simulación de circuitos. 2.- Se analizan 5 transistores con números de parte proporcionados por el docente. 3.- Se elabora un reporte en donde se describan los resultados obtenidos para cada experimento.	Software de simulación de circuitos electrónicos (Proteus, Multisim u otro), memoria USB, lápices y plumas, hojas limpias, calculadora.	2 horas
6	Analizar circuitos eléctricos con transistores a través de la aplicación de los principios y relaciones que rigen su comportamiento, para calcular los voltajes y corrientes eléctricas en los diferentes elementos del circuito, de manera consiente y razonada.	1.- De manera individual se analizan diferentes circuitos eléctricos basados en transistores, utilizando los principios y leyes eléctricas establecidas en la literatura. 2.- Se elabora un documento en donde se describe de manera detallada el procedimiento de análisis para cada circuito.	Hojas de datos de fabricante, formulario, lápices y plumas, hojas limpias, calculadora.	2 horas
UNIDAD II				
7	Comparar y seleccionar los circuitos amplificadores operacionales más idóneos a	1.- En equipo se identifican al menos 10 números de parte de amplificadores operacionales que	Hojas de datos de fabricante, lápices y plumas, hojas limpias, regla.	1 hora

	partir del estudio de los parámetros y características eléctricas proporcionadas en las hojas de datos, con la finalidad de satisfacer los requerimientos establecidos durante el diseño de circuitos electrónicos, con disposición para el trabajo en equipo.	se encuentren disponibles en el mercado. 2.- Elaborar una tabla comparativa que describa los parámetros eléctricos más relevantes para los diferentes números de parte. 3.-Comparar la tabla elaborada con los diferentes equipos y discutir las diferencias.		
8	Diseñar y simular circuitos electrónicos a partir circuitos amplificadores operacionales en sus diferentes configuraciones, para su aplicación en el acondicionamiento de bioseñales, de una forma ordenada, disciplinada y eficiente.	1.- De manera individual se proponen circuitos electrónicos basados en amplificadores operacionales para resolver casos específicos de acondicionamiento de señales. 2.- Se elabora un documento en donde se describe de manera detallada el funcionamiento del circuito propuesto. 3.- Cada circuito propuesto es analizado mediante un software de simulación y los resultados obtenidos son comparados con los resultados calculados de manera analítica. 4.- Se entrega un reporte.	Software de simulación de circuitos electrónicos (Proteus, Multisim u otro), memoria USB, hojas de datos de fabricante, lápices y plumas, hojas limpias, calculadora.	2 horas
UNIDAD III				
9	Diseñar y simular circuitos electrónicos a partir de las diferentes configuraciones de filtros activos basados en amplificadores operacionales con el propósito de eliminar ruido o información no deseada de señales bioeléctricas, de una forma ordenada, con disposición para el trabajo en equipo.	1.- De manera individual se proponen diferentes circuitos eléctricos para el filtrado de señales. 2.- Para cada estructura propuesta se realizan los cálculos para determinar el valor de los elementos pasivos que conforman las estructuras propuestas. 3.- Se utiliza un software de	Software gratuito de diseño de filtros activos (proponer FilterPRO), computadora, memoria USB, lápices y plumas, hojas limpias, calculadora.	2 horas

		asistencia para el diseño de filtros activos para proponer una estructura de circuito alternativo. 5.- Se compara el desempeño de los filtros propuestos en relación a los sugeridos por el software. 4.-Se elabora un reporte en donde se describe el procedimiento para el diseño de los filtros.		
10	Analizar los circuitos amplificadores operacionales especiales a partir del estudio de los parámetros y características eléctricas proporcionadas en las hojas de datos, con la finalidad de seleccionar el más idóneo en tareas y problemas de acondicionamiento de bioseñales, manteniendo una actitud analítica y participativa.	1.- En equipo estudiar los circuitos amplificadores operacionales especiales. 2.- Elaborar una tabla comparativa que describa los parámetros y características eléctricas más relevantes, las aplicaciones más comunes para cada circuito y el número de parte analizado. 3.- Comparar la tabla elaborada con los diferentes equipos y se discuten las diferencias.	Hojas de datos de fabricante, formulario, lápices y plumas, hojas limpias, calculadora.	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Comprobar el funcionamiento de diferentes tipos de diodos a través de un análisis teórico-práctico de circuitos, para obtener los parámetros eléctricos y modelo de comportamiento (voltaje-corriente) de forma experimental, fomentando el respeto entre los participantes.	1.- En equipo se identifican diferentes tipos de diodos, utilizando las hojas de fabricante. 2.- Utilizando un multímetro, se identifican las terminales de cada diodo y su estado. 3.-Se implementan los diferentes esquemas de polarización en el diodo y se comprueba su comportamiento. 4.- Se desarrolla un procedimiento práctico para la obtención de la curva característica voltaje corriente en cada diodo. 5.- Se elabora un reporte de la práctica.	Protoboard, cables, pinzas, diversos tipos de diodos, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	2 horas
2	Implementar circuitos electrónicos basados en diodos, utilizando diferentes esquemas propuestos en la literatura, así como las consideraciones teórico-prácticas durante la selección de componentes, para conformar circuitos de aplicación en tareas de regulación y acondicionamiento de bioseñales, con responsabilidad.	1.- En equipo de implementan diferentes circuitos basados en diodos (se sugieren: circuitos rectificadores, regulador de voltaje basado en Zener y circuitos multiplicadores de voltaje). 2.- Cada circuito es analizado de forma teórica y su comportamiento se comprueba de manera experimental. 3.- Se elabora un reporte de la práctica.	Protoboard, cables, pinzas, diversos tipos de diodos, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, transformador, capacitores, reguladores de voltaje, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	2 horas
3	Comprobar el funcionamiento de los transistores BJT y sus relaciones de corriente entrada-salida, a través de un análisis	1.- En equipo se identifican diferentes tipos de transistores utilizando las hojas de fabricante. 2.- Utilizando un multímetro, se	Protoboard, cables, pinzas, transistor BJT, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, documento con el procedimiento para el	2 horas

	teórico-práctico de configuraciones, para obtener los parámetros eléctricos y modelo de comportamiento de forma experimental, con una actitud de respeto a sus compañeros y a sí mismo.	identifican las terminales de cada transistor y su estado. 3.-Se implementan los diferentes esquemas de polarización para un transistor BJT. 4.- De forma analítica se determinan las corrientes y voltajes en los diferentes nodos del circuito y se comprueban los resultados de forma experimental. 5.- Se desarrolla un procedimiento práctico para la obtención de la curva característica voltaje corriente en cada diodo. 6.- Se elabora un reporte de la práctica.	desarrollo de la práctica.	
4	Implementar circuitos de conmutación y amplificación de señales, a partir de esquemas de conexión basados en transistores, para su aplicación en etapas de acondicionamiento de bioseñales, de una forma ordenada y con profesionalismo.	1.- En equipo de implementan diferentes circuitos basados en transistores BJT y FET (se sugieren: circuitos amplificadores de señal, circuitos conmutadores y circuitos para acondicionamiento de sensores). 2.- Cada circuito es analizado de forma teórica y su comportamiento se comprueba de manera experimental. 3.- Se elabora un reporte de la práctica.	Protoboard, cables, pinzas, diversos tipos de transistores, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, calculadora, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	4 horas
UNIDAD II				
5	Analizar y comprobar el funcionamiento de los circuitos amplificadores operacionales, mediante esquemas de conexión en lazo abierto, con la finalidad de establecer las bases para el diseño de circuitos comparadores	1.- En equipo se identifican diferentes tipos de circuitos amplificadores operacionales, utilizando las hojas de fabricante. 2.- Se identifican las terminales de polarización para cada número de parte, así como los valores	Protoboard, cables, pinzas, circuitos amplificadores operacionales, diodos LEDS, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, calculadora, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	2 horas

	y detectores de nivel de voltaje, de una forma ordenada, concisa y siguiendo una secuencia lógica.	eléctricos mínimos y máximos. 3.-Se implementan diferentes circuitos en esquemas de lazo abierto (se sugiere un circuito de detector de niveles de voltaje). 4.- Se elabora un reporte de la práctica.		
6	Diseñar circuitos electrónicos a partir de esquemas básicos con amplificadores operacionales, con el propósito de cumplir tareas establecidas de acondicionamiento de señales, con actitud propositiva.	1.- En equipo de implementan diferentes circuitos basados en amplificadores operacionales: amplificador Inversor, amplificador No-Inversor, amplificador Sumador, amplificador Derivador, amplificador Integrador, entre otros. 2.- Cada circuito es analizado de forma teórica y su comportamiento se comprueba de manera experimental. 3.- Se elabora un reporte de la práctica.	Protoboard, cables, pinzas, circuitos amplificadores operacionales, osciloscopio, generador de señales, puntas de generador, puntas de osciloscopio, capacitores, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, calculadora, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	6 horas
UNIDAD III				
7	Diseñar circuitos electrónicos analógicos, a partir de los procedimientos de diseño de filtros activos establecidos en la literatura, con el propósito de cumplir con las características y tipo de comportamiento requerido en aplicaciones de acondicionamiento de bioseñales, con actitud creativa e innovadora.	1.- En equipo de diseñan circuitos de filtrado del tipo activo que cumplan con los requerimientos establecidos en la práctica (se sugiere plantear al menos un caso para cada tipo de filtro). 2.- Cada circuito es analizado de forma teórica y su comportamiento se comprueba de manera experimental. 3.- Se elabora un reporte de la práctica.	Protoboard, cables, pinzas, circuitos amplificadores operacionales, osciloscopio, generador de señales, puntas de generador, puntas de osciloscopio, capacitores, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, calculadora, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	6 horas
8	Implementar circuitos amplificadores de señales con características eléctricas	1.- En equipo de implementan diferentes circuitos y configuraciones especiales	Protoboard, cables, pinzas, circuitos amplificadores operacionales, circuito integrado:	2 horas

	especiales, a través de la conformación de esquemas de conexión que permitan obtener ventajas y características en el comportamiento de entradas y salidas, con el propósito de resolver problemas específicos en el acondicionamiento de señales bioeléctricas, de forma organizada y reflexiva.	basadas en amplificadores operacionales (se sugiere abordar la configuración de un circuito amplificador de instrumentación y comparar su funcionamiento con un circuito integrado de propósito específico). 2.- Cada circuito es analizado de forma teórica y su comportamiento se comprueba de manera experimental. 3.- Se elabora un reporte de la práctica.	amplificador de instrumentación, osciloscopio, generador de señales, puntas de generador, puntas de osciloscopio, capacitores, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, calculadora, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	
9	Diseñar y construir un circuito electrónico analógico multi-etapas, mediante la estructuración de un esquema de acondicionamiento de señal que incluya etapas de amplificación y filtrado, para su aplicación sobre un circuito que permita obtener una bioseñal, con una actitud proactiva y disciplinada.	1.- El profesor establece diferentes retos la adquisición y acondicionamiento de diferentes señales bioeléctricas (EMG, ECG, EOG, EEG y pulsímetro). 2.- En equipo seleccionan uno de los retos y proponen un circuito multietapas para la captación y acondicionamiento de una señal bioeléctrica. 3- Cada etapa del circuito es probado experimentalmente. 4.- Se elabora un informe reportando el procedimiento de diseño, análisis y desarrollo experimental, así como los resultados obtenidos.	Protoboard, cables, pinzas,, circuitos amplificadores operacionales, circuito integrado: amplificador de instrumentación, osciloscopio, generador de señales, puntas de generador, puntas de osciloscopio, capacitores, resistencias, fuente de voltaje, multímetro, calculadora, sensores, documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica.	6 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre :
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice sus habilidades técnicas, humanas y conceptuales.

Estrategia de enseñanza (docente):
Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, apoyándose de material didáctico como presentaciones o videos. En sesiones de taller se desarrollarán ejercicios prácticos en el pizarrón con la participación de los alumnos, en los que identifique y explore los conceptos básicos; siguiendo con dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios, siendo el maestro un monitor y guía de estos. Además, se recomienda utilizar diferentes estrategias de enseñanza

Estrategia de aprendizaje (alumno):
A través del trabajo en equipo, sesiones de taller, exposición de temas por parte del docente y sesiones experimentales en el laboratorio, el alumno aplica los conceptos y principios de funcionamiento de circuitos abordados en clase para la resolución de ejercicios teóricos y prácticos que se asemejen a problemas reales, para la solución en equipo con el fin de reforzar los temas revisados en clase. Los reportes en cada actividad son elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, que posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas. Se recomienda que el alumno maneje diferentes estrategias de aprendizaje.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Tareas y talleres……..20%
Evaluaciones parciales (3)…….40%
Prácticas de laboratorio……..20%
Práctica final (Circuito electrónico y reporte)……..20%
Total…100%

Nota: La práctica final debe ser evaluada en forma progresiva, es decir, se debe presentar un avance en cada parcial, de acuerdo a la programación mensual propuesta por el profesor.

IX. REFERENCIAS

Básicas

Boylestad, R. L. y Nashelsky, L. (2009). *Electrónica, Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. México: Prentice Hall. [clásica]

Carter, B. y Mancini, R. (2017). *Op Amps for everyone*. Estados Unidos: Newnes. Recuperado de https://www.elsevier.com/books/op-amps-for everyone/carter/978-0-12-811648-7

Coughlin, R. F., Driscoll, F. F. y Driscoll, F. F. (2001). *Operational amplifiers and linear integrated circuits*. Estados Unidos: Prentice Hall. [clásica]

Franco, S. y Enríquez-Brito, J. (2005). *Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos*. México: McGraw-Hill Interamericana. [clásica]

Huijsing, J. (2017). *Operational amplifiers: theory and design*. Estados Unidos: Springer. Recuperado de https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-007-0596-8

Complementarias

Northrop, R. B. (2012). *Analysis and application of analog electronic circuits to biomedical instrumentation*. Estados Unidos: CRC press. [clásica]

Pactitis, S. A. (2007). *Active filters: theory and design*. Estados Unidos: CRC Press. [clásica]

Karris, S. T. (2008). *Electronic Devices and Amplifier Circuits: With Matlab Applications*. Estados Unidos: Orchard Publications. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

Posee conocimientos afines a la unidad de aprendizaje de bioelectrónica, preferentemente profesionista del área de bioingeniería, ingeniería electrónica, ingeniería biomédica, ingeniería biónica (u otra ingeniería a fin). Ha participado o participa en la elaboración de proyectos en instituciones públicas o privadas o se desempeña profesionalmente en el diseño y elaboración de proyectos.
Cuenta con experiencia docente mínima de dos años en el nivel de educación superior.
Domina los ambientes virtuales en apoyo al trabajo educativo e impulsa el uso de recursos electrónicos en los alumnos, selecciona, elabora y desarrolla estrategias y secuencias de aprendizaje y evaluación para el logro de las competencias en los alumnos, se comunica de manera eficiente para coadyuvar con el logro de los objetivos de parte de los estudiantes, usa y maneja eficientemente los programas de simulación de circuitos electrónicos en sus versiones recientes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biomateriales

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Bioquímica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Luis Jesús Villarreal Gómez	
Ana Leticia Iglesias	
Mónica Isabel Soto Tapiz	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la asignatura es dar solución a la demanda de producción de dispositivos biomédicos mediante la identificación de las propiedades y características de los biomateriales. El alumno desarrollará los conocimientos y habilidades relacionadas a los tipos de biomateriales, así como las normas para el diseño y manufactura de dispositivos médicos.

La unidad de aprendizaje se encuentra dentro de la etapa disciplinaria como asignatura obligatoria del programa educativo de Bioingeniero, contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería para cursarse se tiene como requisito obligatorio acreditar la asignatura de Bioquímica.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar las propiedades químicas de los materiales y sus aplicaciones clínicas, mediante la identificación de las propiedades de los biomateriales, para proponer su aplicación en la manufactura de dispositivos biomédicos adecuados y en tecnologías verdes con una actitud respetuosa y paciente hacia los seres vivos y su entorno.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Elabora y entrega una investigación documental donde se aborde la temática de las aplicaciones de los biomateriales y se desarrolle una propuesta que describa las propiedades necesarias que debe contener un biomaterial para cumplir una función específica. Debe cumplir con los siguientes requisitos: antecedentes, estado del arte, descripción de la propuesta, conclusión y referencias.
2. Portafolio de evidencias que integren los siguientes reportes:
   - Prácticas de laboratorio que incluyan los informes de los desarrollos experimentales que incluyan los apartados de introducción, objetivo, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones y referencias.
   - Resolución de ejercicios y actividades realizadas en taller.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Propiedades de los biomateriales

Competencia:
Adquirir la capacidad para definir un biomaterial y reconocer sus propiedades más importantes, a través de la evaluación de sus características fisicoquímicas y mecánicas, con honestidad y trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Propiedades de los materiales
- 1.1.1 Propiedades generales de los biomateriales
- 1.1.2 Análisis elemental
- 1.1.3 Propiedades de la superficie y caracterización de biomateriales
- 1.1.4 Papel del agua en las propiedades de los biomateriales

1.2. Propiedades Mecánicas
- 1.2.1. Tensión
- 1.2.2. Compresión
- 1.2.3. Tensión cortante
- 1.2.4. Flexión
- 1.2.5. Viscoelasticidad
- 1.2.6. Fractura
- 1.2.7. Fatiga

UNIDAD II. Propiedades de los biomateriales

Competencia:
Enumerar los tipos de biomateriales, a través de un análisis exhaustivo de las propiedades y características de cada material, para aplicarlo al diseño de dispositivos del área bioingenieril, con una actitud de tolerancia y respeto hacia los seres vivos.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1. Polímeros naturales y sintéticos
- 2.1.1. Polímeros
- 2.1.2. Biomateriales de silicón
- 2.1.3. Fibras médicas y biotextiles
- 2.1.4. Hidrogeles
- 2.1.5. Materiales naturales
- 2.1.6. Cerámicas
- 2.1.7. Biomoléculas inmovilizadas a superficies

2.2. Cerámicos
2.3. Metales
2.4. Compositos

UNIDAD III. Rol de la sangre en reparación de heridas y fracturas

Competencia:
Comprender los mecanismos de reparación tisular, así como el papel que juegan los diferentes componentes sanguíneos en estos procesos, a través de la comparación entre regeneración y cicatrización de tejido, con una actitud respetuosa hacia la complejidad de los seres vivos.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1. Reparación de heridas y fracturas
- 3.1.1. Proteínas adsorbidas en materiales de respuesta tisular
- 3.1.2. Células y daño tisular
- 3.1.3. Interacción de biomateriales con los tejidos y la matriz extracelular
- 3.1.4. Fuerzas mecánicas sobre las células

3.2. Coagulación de la sangre
- 3.2.1. Inflamación, cicatrización de heridas y respuesta corporal a los agentes extraños
- 3.2.2. Inmunidad natural y adquirida: la respuesta inmunológica a los materiales extraños
- 3.2.3. El sistema del complemento
- 3.2.4. Coagulación de la sangre e interacción de los materiales con la sangre

UNIDAD IV. Biocompatibilidad de biomateriales

Competencia:
Relacionar las propiedades fisicoquímicas y mecánicas de los biomateriales con su comportamiento biológico hacia el tejido u organismos vivos, analizando los procesos de degradación del material y evaluando el efecto que tiene sobre los distintos tipos de células y tejidos, con el propósito de seleccionar adecuadamente el tipo de biomaterial necesario para cada aplicación específica, con sensibilidad hacia los seres vivos y el ambiente.

Contenido: **Duración:** 3 horas

4.1. Degradación de materiales en el ambiente
- 4.1.1. Degradación química y bioquímica de polímeros
- 4.1.2. Efectos degradativos del ambiente biológico sobre metales y cerámicas
- 4.1.3. Calcificación patológica de los biomateriales

4.2. Biocompatibilidad
- 4.2.1. Evaluación in vitro de compatibilidad con tejidos
- 4.2.2. Evaluación in vivo de compatibilidad con tejidos
- 4.2.3. Evaluación de interacciones de biomateriales con la sangre (Hemocompatibilidad)

UNIDAD V. Aplicaciones de los biomateriales

Competencia:
Deducir la utilidad de un biomaterial con base a su clasificación, propiedades y comportamiento, para su aplicación en dispositivos médicos o en ingeniería de tejidos, enlistando las patentes y avances tecnológicos donde se aplican estos materiales, reconociendo a esta área como multidisciplinaria, con un interés por la ciencia y discernimiento de la importancia de los biomateriales en el mundo del siglo XXI que nos rodea.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1.Órganos artificiales y dispositivos médicos
- 5.1.1. Tratamientos no trombogénicos y estrategias
- 5.1.2. Aparatos cardiovasculares
- 5.1.3. Dispositivos cardiacos implantables
- 5.1.4. Sangre artificial y sustitutos de eritrocitos
- 5.1.5. Apósitos para quemaduras y sustitutos de la piel

5.2.Ingeniería de Tejidos
- 5.2.1. Panorámica actual de la ingeniería de tejidos
- 5.2.2. Inmunoaislamiento
- 5.2.3. Andamios de polímeros sintéticos reabsorbibles

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Comparar técnicas de análisis químico, para la caracterización de biomateriales, mediante la representación gráfica de ideas con objetividad.	Búsqueda de características de técnicas de análisis químico (HPLC, infrarrojo, espectrofotometría, ángulo de contacto, cromatografía, etc.) en bases de datos y elaboración de cuadros sinópticos, mapas mentales, etc.	Bases de datos, calculadora, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
2	Calcular parámetros específicos para determinar las propiedades mecánicas de un biomaterial, mediante la aplicación de fórmulas y conceptos con una actitud analítica y colaborativa.	Resolución de ejercicios teóricos para el cálculo de elasticidad, tenacidad a la fractura, análisis de curvas de tensión-deformación.	Bases de datos, calculadora, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
UNIDAD II				
3	Aplicar los conceptos teóricos sobre los mecanismos de polimerización, para la resolución de ejercicios teóricos, mediante el uso de fórmulas y cálculos específicos con objetividad y responsabilidad.	Resolución de ejercicios en donde se calculé el Mn, Mw, tiempo de polimerización, grado de polimerización. Análisis de estructuras y tipos de enlaces.	Bases de datos, calculadora, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
4	Identificar las características particulares de las cerámicas para evaluar su uso en dispositivos biomédicos, mediante el análisis de su composición química con organización y colaboración en equipo.	Análisis de composición química reportada en bibliografía de las cerámicas utilizadas en la industria médica y aquellas que se encuentren en desarrollo.	Bases de datos, cuaderno, plataforma educativa.	2 horas
5	Determinar los posibles riesgos del uso de metales como biomateriales, para proponer alternativas de	Resolución de ejercicios teórico-prácticos en donde se evalúe la capacidad de oxidación de los	Cuaderno, formulario, calculadora, plataforma educativa.	2 horas

	desarrollo de éstos, mediante la resolución de ejercicios redox con una actitud analítica y de respeto a los seres vivos.	metales.		
UNIDAD III				
6	Identificar los efectos de los biomateriales sobre los fluidos biológicos, para evaluar su aplicación en implantes biomédicos, mediante el análisis de casos tipo reportados en bibliografía con una actitud crítica y de respeto a los seres vivos.	Análisis de casos tipo en donde se identifiquen efectos de la interacción biomaterial-sangre proporcionados por el facilitador.	Cuaderno, plataforma educativa, publicaciones con casos tipo.	2 horas
7	Determinar los tiempos de coagulación de la sangre humana para conocer el efecto de los biomateriales en la coagulación, mediante el cálculo de los tiempos de aglutinamiento de las proteínas con organización y disciplina.	Resolución de ejercicios teóricos en donde se calculen los tiempos de coagulación a partir de datos proporcionados por el facilitador.	Cuaderno, calculadora, plataforma educativa.	2 horas
8	Analizar las pruebas de biocompatibilidad, para evaluar el posible uso de un biomaterial como base de un biodispositivo, mediante la búsqueda de las pruebas de compatibilidad permitidas en las Normas vigentes, con disposición y compromiso social.	Búsqueda de pruebas de biocompatibilidad vigentes y análisis de éstas para identificar cuando son aplicables y bajo qué condiciones.	Cuaderno, plataforma educativa.	2 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar las características de dispositivos médicos, mediante la exploración de bases de datos disponibles en internet, para conocer tanto los dispositivos médicos que existen, como los biomateriales más usados en la actualidad, con una actitud investigativa, analítica y cuidadosa de los detalles de construcción de los biodispositivos.	Explorar en las bases de datos la página de la FDA, seleccionar algunos biodispositivos y enlistar sus características.	Computadora, internet, procesador de datos, plataforma educativa.	2 horas
2	Medir e interpretar las propiedades de los biomateriales, mediante el uso de técnicas de análisis químico, para obtener información sobre la naturaleza química del biomaterial, con actitud crítica e interés en las relaciones estructura-función.	Usar la técnica de análisis químico que indique el facilitador para medir e interpretar las propiedades del biomaterial que se le proporcione.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, libreta, espectrofotómetro (opcional), infrarrojo (opcional).	4 horas
UNIDAD II				
3	Investigar las condiciones óptimas de reacción, aplicando fundamentos de química orgánica, fisicoquímica y bioquímica, para obtener microesferas de un biopolímero útiles en la inmovilización de células y enzimas, así como en la entrega de medicamente, mostrando interés y responsabilidad al resolver problemas actuales de la medicina.	Obtener un biopolímero (alginato) mediante el tratamiento de la materia prima (algas) para extraer un producto utilizable como biomaterial.	Alga molida, formalina, HCl 1N, Na_2CO_3, potenciómetro, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas).	4 horas

4	Evaluar la capacidad de los hidrogeles para absorber agua, mediante su exposición a diferentes disoluciones acuosas con una actitud innovadora y objetiva.	Exposición de lentes de contacto (hidrogeles) a diferentes disoluciones acuosas y determinar el cambio de forma y volumen.	Lente de contacto, vinagre, bicarbonato de sodio, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas),	2 horas
5	Medir la viscosidad de un biomaterial, mediante el manejo de un viscosímetro, para evaluar la calidad de un polímero y la posibilidad de su uso en la producción de microesferas, para bioencapsulación, con una actitud analítica y crítica.	Medir la viscosidad de un polímero proporcionado por el facilitador.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), polímero, calculadora, libreta.	3 horas
6	Analizar las bondades de un biomaterial, para la preparación de un dispositivo médico (microesferas de entrega de medicamentos), mediante la evaluación de la homogeneidad del producto, con una actitud crítica en la revisión de características de peso y tamaño.	Preparar microesferas de alginato, medir el diámetro, peso y volumen empleado para la elaboración de cada esfera.	M básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), calculadora, vernier, libreta.	3 horas
7	Sintetizar nanopartículas de hidroxiapatita, mediante el método de por co-precipitación, para adquirir destreza en el reconocimiento de las características de un biomaterial usado en medicina, con objetividad e interés por los posibles usos del producto.	Síntesis de hidroxiapatita por el método de precipitación.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), ácido fosfórico, hidróxido de calcio, hidróxido de amonio, calculadora, libreta.	4 horas
UNIDAD III				
8	Calcular la relación Ca/P en una muestra de hidroxiapatita, mediante la cuantificación del contenido de Ca y P por métodos	Determina la concentración de Ca y P mediante métodos espectrofotométricos y calcula la relación de Ca/P.	Baño maría, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), potenciómetro, NaOH, ácido	4 horas

	químicos, para evaluar la pureza e identidad de la biocerámica, con una actitud analítica y propositiva.		sulfúrico, eriocromo Negro T, espectrofotómetro.	
9	Llevar a cabo una polimerización por adición, mediante el uso de metil metacrilato como monómero, para obtener un biopolímero sintético, con una actitud crítica e innovadora.	Obtener un polímero a partir de monómeros mediante polimerización de adición.	Baño maría, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), clorhidrato de tiamina, papel filtro, etanol, hidróxido de sodio.	4 horas
UNIDAD IV				
10	Determinar el tiempo de coagulación de la sangre, mediante la exposición del fluido biológico a un biomaterial, para determinar su efecto con una actitud crítica y objetiva.	Exponer una muestra de sangre al biomaterial que el facilitador determine.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), muestra de sangre.	2 horas

VIII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

El primer día de clase, el maestro debe establecer el formulario de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad del trabajo académico, los derechos y las obligaciones profesor-alumno.

Estrategia de enseñanza (profesor)

Estudio de caso, método de proyecto, aprendizaje basado en problemas, técnica expositiva y ejercicios prácticos

Estrategia de aprendizaje (estudiante)

Investigación documental, estudio de casos, trabajo en equipo, exposiciones, organizadores gráficos, resolución de ejercicios.

IX. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Evidencia de desempeño 1…….25%
(Investigación documental)
Evidencia de desempeño 2…….35%
(Portafolio de evidencia)
Evaluaciones parciales(2)……..…….40%
Total……..100%

X. REFERENCIAS

Básicas

Chen, Q., y Thouas, G. (2014). *Biomaterials: A Basic Introduction*. Taylor & Francis. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=LsesBAAAQBAJ

Reviews, C. T. I. (2016). *Biomaterials, The Intersection of Biology and Materials Science: Biology, Biotechnology.* Cram101. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=J4-d8ZsLfBAC

Shi, D. (2013). *Biomaterials and Tissue Engineering*. Springer Berlin Heidelberg. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=y278CAAAQBAJ [clásica]

Thomas, S., Balakrishnan, P., y Sreekala, M. S. (2018). *Fundamental Biomaterials: Polymers*. Elsevier Science. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=q084DwAAQBAJ

Williams, D. (2014). *Essential Biomaterials Science*. Cambridge University Press. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=bjWzAwAAQBAJ

Complementarias

Bandyopadhyay, A., y Bose, S. (2013). *Characterization of Biomaterials*. Elsevier Science. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=F64aDoKssWIC

Ghandehari, H. (2019). *Advanced Drug Delivery Reviews*. Recuperado de http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/505508/description#description

Journal of Materials Science. (2019). *Materials in Medicine*. Recuperado de http://www.springerlink.com/content/1573-4838/

Leong, K.W. (2019). *Biomaterials*. Recuperado de http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/30392/description#description

Luque, R., y Xu, C. P. (2016). *Biomaterials: Biological Production of Fuels and Chemicals*. De Gruyter. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=COHVDAAAQBAJ

Matyjaszewski, P. (2019). *Progress in Polymer Science*. Recuperado de http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/418/description#description

Regí, M. V. (2013). *Biomateriales. Los Libros de la Catarata.* Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=IfjDngEACAAJ

Tayebi, L., y Moharamzadeh, K. (2017). *Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering.* Elsevier Science.

	Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=j0iZDgAAQBAJ

XI. PERFIL DEL DOCENTE
El docente debe contar con título de Licenciatura en Ingeniería, en Física o área afín, preferentemente contar con Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería, relacionada al área de biomateriales; tener experiencia docente de dos años y/o investigación en el área de biomateriales; ser responsable, proactivo, facilitador, dominio grupal, habilidades de comunicación efectiva y ser promotor del aprendizaje colaborativo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. IDENTIFICATION INFORMATION

1. **Academic Unit**: Faculty of Engineering, Mexicali; Faculty of Engineering, Architecture and Design, Ensenada and School of Sciences of Engineering and Technology, Valle de las Palmas.

2. **Study Program(s):** Bioengineering

3. **Plan Duration:**

4. **Name of Learning Unit:** Biomaterials

5. **Code**:

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 05

7. **Learning stage to which it belongs**: Disciplinary

8. **Character of Learning Unit**: Obligatory

9. **Requirements for enrollment in learning unit:** Bioquímica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

PUA Formulated by:	**Signature**	**Approved by**	**Signature**
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Luis Jesús Villarreal Gómez		Humberto Cervantes de Ávila	
Ana Leticia Iglesias		María Cristina Castañón Bautista	
Mónica Isabel Soto Tapiz			

Date: October 30 2018

III. COURSE COMPETENCIES

Integrate the chemical properties of materials and their clinical applications, by identifying the properties of biomaterials, to propose their application in the manufacture of appropriate biomedical devices and in green technologies with a respectful and patient attitude towards living beings and their environment.

IV. EVIDENCES OF PERFORMANCE

1. Prepares and delivers a documentary research that deals with the subject of the applications of biomaterials and develops a proposal that describes the necessary properties that a biomaterial must contain to fulfill a specific function. Must meet the following requirements: background, state of the art, description of the proposal, conclusion and references.

2. Portfolio of evidence that integrates the following reports:

- Laboratory practices that include the reports of the experimental developments that include the sections of introduction, objective, theoretical framework, methodology, results, conclusions and references.
- Resolution of exercises and activities carried out in the workshop.

V. COURSE CONTENT DISTRIBUTION

UNIT I. Biomaterials properties

Competence:
Acquire the ability to define a biomaterial and recognize its most important properties, through the evaluation of its physicochemical and mechanical characteristics, with honesty and work in collaboration with his classmates.

Content: **Duration:** 2 hours

1.1. Properties of materials
- 1.1.1 General properties of biomaterials
- 1.1.2 Elemental analysis
- 1.1.3 Surface properties and characterization of biomaterials
- 1.1.4 Role of water in the properties of biomaterials

1.2. Mechanical properties
- 1.2.1. Tension
- 1.2.2. Compression
- 1.2.3. Cutting tension (shears)
- 1.2.4. Flexion
- 1.2.5. Viscoelasticity
- 1.2.1. Fracture
- 1.2.2. Fatigue

UNIT II. Biomaterials classification

Competence:
List the types of biomaterials, through an exhaustive analysis of the properties and characteristics of each material, to apply it to the design of bioengineering devices, with an attitude of tolerance and respect towards living beings.

Content: **Duration:** 3 hours

2.1. Natural and synthetic polymers
- 2.1.1. Polymers
- 2.1.2. Silicone biomaterials
- 2.1.3. Medical fibers and bio textiles
- 2.1.4. Hydrogels
- 2.1.5. Natural materials
- 2.1.6. Ceramics
- 2.1.7. Biomolecules immobilized to surfaces

2.2. Ceramic
2.3. Metals
2.4. Composites

UNIT III. Role of blood in repair of wounds and fractures

Competence:
Understand the mechanisms of tissue repair, as well as the role played by the different blood components in these processes, through the comparison between tissue regeneration and healing, with a respectful attitude towards the complexity of living beings.

Content: **Duration:** 4 hours

3.1. Repair of wounds and fractures
- 3.1.1. Proteins adsorbed on tissue response materials
- 3.1.2. Cells and tissue damage
- 3.1.3. Interaction of biomaterials with tissues and the extracellular matrix
- 3.1.4. Mechanical forces on cells

3.2. Blood clotting
- 3.2.1. Inflammation, wound healing and body response to foreign agents
- 3.2.2. Natural and acquired immunity: the immune response to foreign materials
- 3.2.3. The complement system
- 3.2.4. Blood coagulation and interaction of materials with blood

UNIT IV. Biomaterials biocompatibility

Competence:
Relate the physicochemical and mechanical properties of biomaterials with their biological behavior towards tissue or living organisms, analyzing the degradation processes of the material and evaluating the effect it has on the different types of cells and tissues, with the purpose of selecting the appropriate type of biomaterial necessary for each specific application, with sensitivity towards living beings and the environment.

Content: **Duration:** 3 hours

4.1. Materials degradation in the environment
- 4.1.1. Chemical degradation and biochemistry of polymers
- 4.1.2. Degradative effects of the biological environment on metals and ceramics
- 4.1.3. Pathological calcification of biomaterials

4.2. Biocompatibility
4.2.1. *In vitro* evaluation of tissue compatibility
4.2.2. *In vivo* evaluation of tissue compatibility
4.2.3. Evaluation of interactions of biomaterials with blood (Hemocompatibility)

UNIT V. Biomaterials applications

Competence:
Deduce the utility of a biomaterial based on its classification, properties and behavior, for its application in medical devices or tissue engineering, listing the patents and technological advances where these materials are applied, recognizing this area as multidisciplinary, with an interest for the science and discernment of the importance of biomaterials in the world of the 21st century that surrounds us.

Content: **Duration:** 4 hours

5.1. Artificial organs and medical devices
- 5.1.1. Non-thrombogenic treatments and strategies
- 5.1.2. Cardiovascular devices
- 5.1.3. Implantable cardiac devices
- 5.1.4. Artificial blood and erythrocyte substitute
- 5.1.5. Dressings for burns and skin substitutes

5.2. Technology Engineering
5.2.1. Current overview of tissue engineering
5.2.2. Immunoisolation
5.2.3. Resorbable synthetic polymer scaffolds

VI. STRUCTURE OF WORKSHOP PRACTICES				
Practice No.	**Competence**	**Description**	**Support material**	**Time**
UNIT I				
1	Compare techniques of chemical analysis, for the characterization of biomaterials, through the graphic representation of ideas with objectivity.	Search for characteristics of chemical analysis techniques (HPLC, infrared, spectrophotometry, contact angle, chromatography, etc.) in databases and preparation of synoptic tables, mental maps, etc.	Databases, calculator, notebook, educational platform.	2 hours
2	Calculate specific parameters to determine the mechanical properties of a biomaterial, by applying formulas and concepts with an analytical and collaborative attitude.	Resolution of theoretical exercises for the calculation of elasticity, fracture tenacity, analysis of stress-strain curves.	Databases, calculator, notebook, educational platform.	2 hours
UNIT II				
3	Apply the theoretical concepts about the polymerization mechanisms, for the resolution of theoretical exercises, through the use of formulas and specific calculations with objectivity and responsibility.	Resolution of exercises where the Mn, Mw, polymerization time, degree of polymerization was calculated. Analysis of structures and types of links.	Databases, calculator, notebook, educational platform.	2 hours
4	Identify the particular characteristics of ceramics to evaluate their use in biomedical devices, by analyzing their chemical composition with organization and team collaboration.	Chemical composition analysis reported in the bibliography of ceramics used in the medical industry and those that are in development.	Databases, calculator, notebook, educational platform.	2 hours

5	Determine the possible risks of the use of metals as biomaterials, to propose alternatives for the development of these, through the resolution of redox exercises with an analytical attitude and respect for living beings.	Resolution of theoretical-practical exercises where the oxidation capacity of metals is evaluated.	Notebook, calculator, educational platform.	2 hours
UNIT III				
6	To identify the effects of biomaterials on biological fluids, to evaluate their application in biomedical implants, through the analysis of type cases reported in literature with a critical attitude and respect to living beings.	Analysis of typical cases where effects of the biomaterial-blood interaction provided by the facilitator are identified.	Notebook, educational platform, publications with standard cases.	2 hours
7	Determine the coagulation times of human blood to know the effect of biomaterials on coagulation, by calculating the times of agglutination of proteins with organization and discipline.	Resolution of theoretical exercises where the coagulation times are calculated from data provided by the facilitator.	Notebook, calculator, educational platform.	2 hours
8	Analyze the biocompatibility tests, to evaluate the possible use of a biomaterial as the basis of a biodevice, by searching for the compatibility tests allowed in the current Norms, with disposition and social commitment	Search for current biocompatibility tests and analysis of these to identify when they are applicable and under what conditions.	Notebook, calculator, educational platform.	2 hours

VI. STRUCTURE OF LABORATORY PRACTICES				
Practice No.	**Competence**	**Description**	**Support material**	**Time**
UNIT I				
1	Analyze the characteristics of medical devices, through the exploration of databases available on the Internet, to know both the medical devices that exist, and the biomaterials most used today, with a research, analytical and careful attitude of the construction details of the biodevices.	Explore in the databases the FDA page, select some biodevices and list their characteristics.	Computer, internet, data processor, educational platform.	2 hours
2	Measure and interpret the properties of biomaterials, through the use of chemical analysis techniques, to obtain information on the chemical nature of the biomaterial, with a critical attitude and interest in relationships between structure-function.	Use the chemical analysis technique indicated by the facilitator to measure and interpret the properties of the biomaterial provided.	Basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes), calculator, notebook, spectrophotometer (optional), infrared (optional).	4 hours
UNIT II				
3	Investigate the optimal reaction conditions, applying fundamentals of organic chemistry, physiochemistry and biochemistry, to obtain microspheres of a biopolymer useful in the immobilization of cells and enzymes, as well as in the delivery of medication, showing interest and responsibility when solving current problems of the medicine.	Obtain a biopolymer (alginate) by treating the raw material (seaweed) to extract a product usable as a biomaterial.	Seaweed, formalin, 1N HCl, Na_2CO_3, pHmeter, basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes).	4 hours

4	To evaluate the capacity of hydrogels to absorb water, through their exposure to different aqueous solutions with an innovative and objective attitude.	Exposure of contact lenses (hydrogels) to different aqueous solutions in order to determine the change in shape and volume.	Contact lens, vinegar, baking soda, basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes).	2 hours
5	Measure the viscosity of a biomaterial, by using a viscometer, to evaluate the quality of a polymer and the possibility of its use in the production of microspheres, to bioencapsulation, with an analytical and critical attitude.	Measure the viscosity of a polymer provided by the facilitator.	Basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes), polymer, calculator, notebook.	3 hours
6	Analyze the benefits of a biomaterial, for the preparation of a medical device (microspheres for the delivery of medicines), by evaluating the homogeneity of the product, with a critical attitude in the review of characteristics of weight and size.	Prepare alginate microspheres, measure the diameter, weight and volume used to make each sphere.	Basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes), calculator, vernier, notebook.	3 hours
7	Synthesize hydroxyapatite nanoparticles, by the method of co-precipitation, to acquire dexterity in the recognition of the characteristics of a biomaterial used in medicine, with objectivity and interest for the possible uses of the product.	Synthesis of hydroxyapatite by the precipitation method.	Basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes), phosphoric acid, calcium hydroxide, ammonium hydroxide, calculator, notebook.	4 hours
UNIT III				
8	Calculate the Ca / P ratio in a sample of hydroxyapatite, by quantifying the content of Ca and by chemical methods, to	Determine the concentration of Ca and P by spectrophotometric methods and calculate the Ca / P ratio.	Water bath, basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes), pH meter, NaOH, sulfuric acid, spectrophotometer.	4 hours

	evaluate the purity and identity of the bioceramic, with an analytical and proactive attitude.			
9	To carry out an addition polymerization, through the use of methyl methacrylate as a monomer, to obtain a synthetic biopolymer, with a critical and innovative attitude.	Obtain a polymer from monomers by addition polymerization.	Water bath, basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes), thiamine hydrochloride, sodium hydroxide.	4 hours
UNIT IV				
10	Determine the time of blood coagulation, by exposing the biological fluid to a biomaterial, to determine its effect with a critical and objective attitude.	Expose a blood sample to the biomaterial that the facilitator determines.	Basic laboratory material (test tubes, beakers, pipettes), blood sample.	2 hours

VII. WORK METHOD

Framing: The first day of class the teacher must establish the form of work, evaluation criteria, quality of academic work, rights and obligations for teacher and students.

Teaching strategy (teacher)
Case study, project method, problem-based learning, expository technique and practical exercises

Learning strategy (student)
Documentary research, case studies, teamwork, exhibitions, graphic organizers, resolution of exercises.

VIII. EVALUATION CRITERIA

The evaluation will be carried out permanently during the development of the learning unit as follows:

Accreditation Criterion

- To be entitled to ordinary and extraordinary exam, the student must meet the attendance percentages established in the current School Statute.
- Scaled from 0 to 100, with a minimum approval of 60.

Evaluation criteria

- Evidence of performace 1……..25%
- (Socumentary research)
- Evidence of performance 2…….35%
- (Evidence portafolio)
- Partial evaluations (2)……..40%

Total……100%

IX. REFERENCES

Required

Chen, Q., & Thouas, G. (2014). *Biomaterials: A Basic Introduction*. Taylor & Francis. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=LsesBAAAQBAJ

Reviews, C. T. I. (2016). *Biomaterials, The Intersection of Biology and Materials Science: Biology, Biotechnology.* Cram101. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=J4-d8ZsLfBAC

Shi, D. (2013). *Biomaterials and Tissue Engineering*. Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=y278CAAAQBAJ

Thomas, S., Balakrishnan, P., & Sreekala, M. S. (2018). *Fundamental Biomaterials: Polymers*. Elsevier Science. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=q084DwAAQBAJ

Williams, D. (2014). *Essential Biomaterials Science*. Cambridge University Press. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=bjWzAwAAQBAJ

Suggested

Bandyopadhyay, A., & Bose, S. (2013). Characterization of Biomaterials. Elsevier Science. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=F64aDoKssWIC

Luque, R., & Xu, C. P. (2016). Biomaterials: Biological Production of Fuels and Chemicals. De Gruyter. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=COHVDAAAQBA J

Regí, M. V. (2013). Biomateriales. Los Libros de la Catarata. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=IfjDngEACAAJ

Tayebi, L., & Moharamzadeh, K. (2017). Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering. Elsevier Science. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=j0iZDgAAQBAJ

Links:

Biomaterials: http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_ home/30392/description#description

Biopolymers http://www3.interscience.wiley.com/journal/28380/home? CRETRY=1&SRETRY=0

Journal of Biomedical Materials Research http://www3.interscience.wiley.com/journal/117935007/grouphome/home.html

Journal of Materials Science: Materials in Medicine http://www.springerlink.com/content/1573-4838/

Progress in Polymer Science http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_ home/418/description#description

	Recursos informáticos de la Biblioteca de la Universidad de Almería http://web.ual.es/web/pRecursosInformacion.jsp?id=744 Revistas internacionales sobre la materia: Advanced Drug Delivery Reviews: http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_ home/505508/description#description

X. TEACHER PROFILE

The teacher must have a Bachelor's degree in Engineering, in Physics or related area, preferably have a Master's or Doctorate in Science or Engineering, related to the area of biomaterials; have a two-year teaching experience and / or research in the area of biomaterials; be responsible, proactive, facilitator, group mastery, effective communication skills and be a promoter of collaborative learning.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Fisiología

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 05

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA **Firma**

Alejandra Ortiz Mendoza.
Angélica López Izquierdo.
Luis Jesús Villarreal Gómez.
Ana Leticia Iglesias.

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas **Firma**

Alejandro Mungaray Moctezuma.
Humberto Cervantes de Ávila.
María Cristina Castañón Bautista.

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Su propósito es que el estudiante obtenga una visión general de la complejidad y eficiencia del funcionamiento del cuerpo humano a partir del análisis de los principios y conceptos básicos de la fisiología, desde las células a los sistemas, con un razonamiento lógico y con fundamento científico, su utilidad radica en que sirve como base para comprender el proceso de la integración de los mecanismos de la función del cuerpo. Se recomienda acreditar la asignatura de Anatomía funcional, antes de cursar esta unidad de aprendizaje. La asignatura de Fisiología es de carácter obligatorio, se encuentra ubicada en la etapa disciplinaria y contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los principios y conceptos básicos de la fisiología, mediante el razonamiento lógico e integración de los componentes, procesos y mecanismos que comprenden la función biológica desde las células hasta los sistemas, para conocer las bases de la eficiencia de la función del cuerpo humano, con actitud reflexiva, sensibilidad y respeto por la vida.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora un proyecto o modelo que integre el análisis de las características y propiedades de la estructura-función de un sistema u órgano, realizado a partir de diferentes materiales. Deberá incluir el reporte escrito que sustente el proyecto o modelo entregado, el cual deberá contener: portada, índice, introducción, objetivo, desarrollo del tema (características estructurales, funcionales, de los materiales utilizados, biocompatibilidad de los materiales, etc.), conclusiones, reflexión personal del curso, anexos y referencias bibliográficas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Principios básicos y fisiología celular

Competencia:
Distinguir los niveles de organización funcional en el cuerpo, su interacción para mantener el equilibrio homeostático y las propiedades electroquímicas del potencial de membrana, a través de la comparación de los diferentes procesos regulatorios y mecanismos de transporte, para reconocer las bases de su funcionamiento normal, con actitud crítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1. Aspectos generales de la fisiología
1.2. Organización jerárquica y funcional del organismo
1.3. Principios de la regulación homeostática
1.4. Volumen y composición de fluidos corporales
1.5. Características, transporte de membrana, canales iónicos, intercambiadores, bomba Na^+-K^+
1.6. Bases fundamentales e importancia del potencial de membrana

UNIDAD II. Principios de comunicación neuronal

Competencia:
Analizar los mecanismos fundamentales de la comunicación e integración neuronal y motora, a través de la identificación de las señales eléctricas involucradas en recibir, procesar, iniciar y transmitir mensajes, para su aplicación en el diseño de aparatos o dispositivos biomédicos, con actitud analítica, creatividad y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

2.1. Generalidades de la comunicación intercelular
2.2. Potencial de acción, características e importancia
    2.2.1 Conducción y propagación de la señal eléctrica
2.3. Sinapsis e integración neuronal
2.4. Transmisión neuromuscular
2.5. Características generales de los sistemas sensoriales y motores

UNIDAD III. Fisiología cardiovascular

Competencia:
Aplicar los conceptos mecánicos y eléctricos en el corazón, a partir de la identificación de los mecanismos involucrados en la función cardiovascular, con la finalidad de reconocer e integrar los factores determinantes de la actividad cardiovascular, con objetividad, pensamiento crítico y respeto.

Contenido:

Duración: 8 horas

3.1. Fisiología cardiaca
- 3.1.1. Introducción a la circulación sistémica y pulmonar

3.2. Electrofisiología cardiaca
- 3.2.1. Potenciales de acción
- 3.2.2. Fundamentos bioeléctricos y electrocardiograma

3.3. Eventos mecánicos del ciclo cardiaco

3.4. Hemodinámica.
- 3.4.1. Tipos y características de los vasos sanguíneos.
- 3.4.2. Flujo sanguíneo.

UNIDAD IV. Fisiología respiratoria

Competencia:
Inferir los procesos involucrados en el sistema respiratorio, por medio del análisis de esquemas y diagramas de funcionalidad, para comprender e integrar los principales mecanismos y procesos reguladores de la función respiratoria, con actitud reflexiva y objetividad.

Contenido: **Duración:** 5 horas

4.1. Sistema respiratorio
4.2. Ventilación y mecanismo pulmonar
4.3. Gases respiratorios: intercambio y transporte
4.4. Control de la respiración

UNIDAD V. Fisiología renal

Competencia:
Analizar los procesos renales básicos, mediante la identificación de los mecanismos reguladores de la función renal, para explicar la contribución de los riñones en el mantenimiento de la homeostasis con objetividad, actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 5 horas

5.1.Sistema urinario
5.2. Riñones, funciones y procesos básicos
5.3. Filtración glomerular, reabsorción y secreción tubular
5.4. Balance de electrolitos
5.5. Balance ácido-base

UNIDAD VI. Fisiología gastrointestinal

Competencia:
Distinguir las funciones esenciales del sistema digestivo y su contribución a la homeostasis, a través del análisis crítico de las características en común de los distintos componentes y mecanismos del sistema, para comprender e integrar los procesos digestivos básicos que optimizan tanto la función digestiva como su regulación, con sensibilidad, respeto y actitud reflexiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

6.1. Sistema digestivo
6.2. Aspectos generales de la digestión
6.3. Motilidad y secreción gastrointestinal
6.4. Digestión y absorción
6.5. Funciones del hígado

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los conceptos básicos y niveles de organización en el cuerpo, a través del diseño de esquemas de relación estructura-función, para reconocer al cuerpo humano como una unidad funcional total, con una actitud colaborativa, analítica y respetuosa.	1.-El docente proporciona material de lectura a los alumnos sobre los conceptos básicos y niveles de organización en el cuerpo 2.- El alumno realiza la lectura y elabora esquemas de estructura-función identificando los niveles de organización e importancia en la interacción de sus componentes en la fisiología. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyado en el pintarrón. 4.- El alumno entrega al docente los esquemas realizados.	Lectura proporcionada por el docente. Material didáctico (ilustraciones, imágenes) proporcionado por el docente para el diseño de los esquemas. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora
2	Analizar el concepto de homeostasis y su regulación, para comprender su importancia en la función de las células y sistemas del cuerpo, a través de la conceptualización y esquematización de los sistemas de control homeostáticos, de manera ordenada, reflexiva y propositiva.	1.- El docente proporciona el material de lectura a los alumnos sobre los distintos mecanismos homeostáticos. 2.- El alumno realiza la lectura y realiza mapas conceptuales y esquemas de los sistemas de control homeostáticos. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyado con el pintarrón. 4.- El alumno entrega al docente los mapas conceptuales y esquemas realizados.	Lectura proporcionada por el docente. Imágenes, figuras, ejemplos proporcionados por el docente para el diseño de los esquemas. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora

3	Comparar los mecanismos de transporte y función de los componentes de la membrana celular, por medio del uso de ecuaciones y solución de problemas, para comprender las bases iónicas del potencial de membrana, de manera analítica y ordenada.	1.- El docente proporciona a los alumnos una serie de ejercicios y problemas que involucren la aplicación de la ecuación de Nernst, y la composición de los líquidos intra y extracelulares. 2.- El alumno resuelve los ejercicios y problemas proporcionados, e integra los resultados obtenidos con la regulación del potencial de membrana, y el uso de simuladores de la ecuación de Nernst y Goldman. 3.- El docente clarifica la importancia de las bases iónicas del potencial de membrana. 4.- El alumno entrega al docente los ejercicios y problemas resueltos.	Ejemplos, ejercicios y problemas proporcionados por el docente. Recursos TIC: uso de simuladores de la ecuación de Nernst, Goldman. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora
UNIDAD II				
4	Distinguir los principios de la comunicación celular, a través del análisis de las señales eléctricas involucradas en la generación y propagación del potencial de acción, para reconocer su papel esencial en el funcionamiento del sistema nervioso y motor, con una actitud respetuosa y colaborativa.	1.- El docente proporciona el material de lectura a los alumnos sobre el movimiento de iones y su influencia en la membrana durante un potencial de acción. 2.- El alumno realiza la lectura y elabora esquemas, mapas mentales de los procesos involucrados en la generación y propagación de la señal eléctrica. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyándose con el uso de videos. 4.- El alumno entrega al docente	Lectura proporcionada por el docente. Recursos TIC: uso de videos sobre la comunicación celular. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	2 horas

		los esquemas y mapas metales realizados.		
5	Diferenciar los mecanismos y procesos involucrados en la unión neuromuscular para comprender su efecto en el sistema motor, por medio de la conceptualización y esquematización integradora de los componentes y eventos involucrados en la transmisión neuromuscular de manera ordenada y reflexiva.	1.- El docente proporciona a los alumnos el material de lectura sobre el proceso y elementos participantes en la unión neuromuscular. 2.- El alumno realiza la lectura del material e integra la información para la realización de esquemas y mapas conceptuales de la transmisión neuromuscular. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyándose con el pintarrón. 4.- El alumno entrega al docente los esquemas y mapas conceptuales elaborados.	Lectura proporcionada por el docente. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora
UNIDAD III				
6	Describir la función de bomba del corazón, para reconocer la importancia del mismo en el mantenimiento de la homeostasis, a través de la integración de la relación anatomía-función, de forma analítica y colaborativa.	1.- El docente proporciona el material de apoyo (videos y presentación en ppt) sobre los componentes estructurales y la función de bomba del corazón. 2.- El alumno elabora esquemas que integren la estructura-función de la actividad del corazón. 3.- El docente clarifica los conceptos y aclara dudas apoyado con el uso de recursos TIC. 4.- El alumno entrega al docente los esquemas realizados.	Recursos TIC: uso de videos y presentación en ppt proporcionada por el docente. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora

7	Describir y analizar la actividad eléctrica del corazón, mediante la elaboración de esquemas de los distintos potenciales de acción cardiacos, para identificar los pasos secuenciales de la propagación de la excitabilidad cardiaca, de manera reflexiva y propositiva.	1.- El docente proporciona el material de lectura a los alumnos sobre la actividad eléctrica y del sistema de conducción del corazón. 2.- El alumno realiza la lectura del material e integra la información para elaborar esquemas y diagramas identificando las bases del sistema de conducción y propagación de la excitabilidad cardiaca. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyado con el uso de figuras, ejemplos e imágenes. 4.- El alumno entrega al docente los esquemas y diagramas elaborados.	Lectura proporcionada por el docente. Imágenes, figuras, ejemplos proporcionados por el docente para el diseño de los esquemas. Recursos TIC: uso de videos sobre la actividad eléctrica del corazón. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	2 horas
8	Analizar los eventos mecánicos del ciclo cardiaco y sus componentes, a través de esquemas que muestren su regulación y actividad, para comprender la función integradora del corazón, de forma crítica, ordenada y colaborativa.	1.- El docente proporciona el material de lectura a los alumnos sobre los eventos mecánicos del ciclo cardiaco. 2.- El alumno realiza la lectura del material y elabora diagramas y esquemas correlacionando los eventos cardiacos con las características del ECG. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyado en el pintarrón y el uso de imágenes. 4.- El alumno entrega los esquemas y diagramas elaborados.	Lectura proporcionada por el docente. Imágenes, figuras, ejemplos proporcionados por el docente para el diseño de los esquemas. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora

UNIDAD IV				
9	Analizar los mecanismos y procesos esenciales del sistema respiratorio, para comprender la contribución del sistema en el mantenimiento de la homeostasis, a través de la resolución de problemas enfocados al intercambio gaseoso, de forma reflexiva y dinámica.	1.- El docente proporciona el material de lectura y una serie de ejercicios sobre los procesos esenciales del sistema respiratorio. 2.- El alumno realiza la lectura del material y resuelve los ejercicios, identificando los procesos esenciales del intercambio gaseoso. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyado con el uso de figuras y ejemplos. 4.- El alumno entrega los ejercicios resueltos.	Lectura y ejercicios proporcionados por el docente. Imágenes, figuras, ejemplos proporcionados por el docente para el diseño de los diagramas. Recursos TIC: uso de videos. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	2 horas
UNIDAD V				
10	Analizar las funciones que realizan los riñones para mantener la homeostasis, mediante la esquematización y conceptualización de los procesos renales básicos, para identificar los procesos renales reguladores de la función homeostática, con una actitud colaborativa y organizada.	1.- El docente proporciona el material de lectura a los alumnos sobre la función esencial del riñón en la homeostasis. 2.- El alumno realiza la lectura del material e integra la relación estructura-función de los procesos renales mediante la elaboración de diagramas. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyado con el uso de imágenes, ejemplos y videos de la función renal. 4.- El alumno entrega los diagramas elaborados.	Lectura proporcionada por el docente. Imágenes, figuras, ejemplos proporcionados por el docente para el diseño de los diagramas. Recursos TIC: uso de videos relacionados con la función renal. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	2 horas

11	Identificar la función renal en el mantenimiento del balance ácido-base, para explicar la importancia de la regulación del pH en los líquidos corporales, mediante la aplicación de ejemplos y casos de estudio relacionados con el control renal del pH, con una actitud analítica, organizada y colaborativa.	1.- El docente proporciona el material de lectura y una serie de problemas relacionados con el mantenimiento del balance ácido-base. 2.- El alumno realiza la lectura del material y resuelve problemas relacionados con la regulación del pH. 3.- El docente clarifica los conceptos y aclara dudas apoyado con el pintarrón y el uso de ejemplos. 4.- El alumno entrega los problemas resueltos.	Lectura, ejemplos y ejercicios proporcionados por el docente. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora
UNIDAD VI				
12	Describir los procesos digestivos básicos y sus componentes, para reconocer los mecanismos de la regulación de la función digestiva, a través de la elaboración de diagramas de los mismos y su participación en mesas de discusión, de manera creativa, propositiva y respetuosa.	1.- El docente proporciona el material de lectura a los alumnos sobre los procesos digestivos básicos. 2.- El alumno realiza la lectura del material, identifica, elabora diagramas y discute por equipo los mecanismos regulatorios del sistema digestivo. 3.- El docente clarifica los conceptos y resuelve dudas apoyado con el uso de figuras, imágenes y ejemplos. 4.- El alumno entrega los diagramas elaborados y el resumen obtenido de la discusión por equipos.	Lectura proporcionada por el docente. Imágenes, figuras, ejemplos proporcionados por el docente para el diseño de los diagramas. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice sus habilidades en el área ingenieril.

Estrategia de enseñanza (docente)
Mediante la exposición por parte del docente de forma ordenada y consistente, el docente proporcionará al alumno los fundamentos concernientes al funcionamiento del cuerpo humano, con un enfoque en el análisis de los mecanismos y procesos involucrados en la generación y mantenimiento de la homeostasis.
En sesiones de taller el docente seleccionará las actividades para propiciar la adquisición de los conceptos básicos y esenciales del funcionamiento el cuerpo humano. Introducirá los temas a desarrollar y la forma de trabajo y evaluación, facilitará la integración de los procesos que relacionen estructura-función esencial en la regulación de la homeostasis.
Participará como monitor y guía de los grupos de trabajo para la solución de ejercicios, casos clínicos, y análisis de los procesos fisiológicos. Dentro de las estrategias que utilizará el docente serán: lluvia de ideas, mesas redondas, exposiciones.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
A través del trabajo individual y por equipo, en sesiones de taller, el alumno aplicará los conceptos, procesos y mecanismos que rigen el funcionamiento de los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano. Elaborará reportes, resúmenes y trabajos en estricto apego a la reflexión y a la crítica, lo cual posicionará al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas, que, en conjunto con un proceso investigativo, lo posibilitarán a aplicar el pensamiento innovador y creativo orientado al diseño de dispositivos biomédicos.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)…….…… 50%
- Actividades de taller……. 5%
- Portafolio de evidencias…….. 5%
- Participación ……...…… 5%
- Evidencia de desempeño (proyecto o modelo integrador)…..... 35 %

Total…….…… 100%

El Portafolio de evidencias incluirá todas las tareas, resúmenes, ejercicios, resolución de problemas, diagramas, esquemas, ensayos realizados en clase y taller.

IX. REFERENCIAS

Básicas

Costanzo, L. S. (2014) *Physiology* (5ª ed.). Estados Unidos: Elsevier. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Fox, S. I. (2016) *Fisiologia Humana*. (14ª ed.). McGraw-Hill. ISBN: 978-607-15-1413-4.

Hall, John E., G. A. C. (2011). *Tratado De Fisiologia Medica*. Estados Unidos: Elsevier. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004. [clásica]

Sherwood, L. (2011). *Fisiología humana: De las células a los sistemas* (7ª ed.). México: Cengage Learning. ISBN: 978-607-481-475-0.

Tortora, G. and Derrickson, B. (2013). *Principios de Anatomía y Fisiología*. México: Panamericana. doi: 9786077743781. [clásica]

Complementarias

Boron, W. F. y Boulpaep, E. L. (2016). *Medical Physiology*. Physiology. doi: 10.1136/pgmj.51.599.683-c.

Tucker, L. y Foulston, J. (2015). *An Introductory Guide to Anatomy & Physiology* (5ª ed.). Londres: EMS Publishing.

Stufflebeam, R. (S.f.). The Action potential. http://www.mind.ilstu.edu/curriculum/neurons_intro/flash_action_potential.php?modGUI=232&compGUI=1827&itemGUI=3156

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con licenciatura en el área de las ciencias biológicas, químico-biológicas, o afín al área del conocimiento a impartir. Preferentemente Maestría o Doctorado en Ciencias en el área de las Ciencias biológicas, o área afín. Experiencia profesional y docente en el área de la fisiología y/o químico-biológicas. Actualización y capacitación constante en las áreas de interés relacionadas a esta unidad de aprendizaje.
Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y ser facilitador del conocimiento. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, honesta, capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado y con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Sistemas Digitales

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Miguel Alejandro Díaz Hernández	
Fausto Abundiz Pérez	
Mario Alberto Camarillo Ramos	
Roberto López Avitia	
Norma Alicia Barboza Tello	

Fecha: 31 de octubre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje de Sistemas Digitales es desarrollar el conocimiento y las capacidades adecuadas para el entendimiento, el diseño y la implementación de sistemas digitales. Su importancia radica en las herramientas de análisis y diseño que aporta al estudiante, las cuales serán las bases para el diseño y construcción de sistemas que resuelvan problemas en el área de bioinstrumentacion y arquitectura computacional de bajo nivel de forma eficaz.
La unidad de aprendizaje se encuentra en la etapa disciplinaria, es de carácter obligatorio y contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar circuitos lógicos combinacionales y secuenciales utilizando los fundamentos de diseño digital para la resolución de problemas en el área de bioinstrumentación y el desarrollo de las bases de arquitectura computacional de bajo nivel, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elaborar una simulación e implementación de prototipos funcionales de circuitos digitales combinacionales y secuenciales, implementados con lógica discreta y con dispositivos lógicos programables.
Elaboración de reportes de laboratorio detallados, que muestren la metodología empleada así como sus resultados y conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de los sistemas digitales

Competencia:

Comprender la representación de información en distintos sistemas y códigos numéricos a través del estudio de los antecedentes de los sistemas digitales para entender cómo se representan los datos digitales, con una actitud responsable y de respeto.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1. Antecedentes de los sistemas digitales
  1.1.1. Cantidades analógicas y digitales
  1.1.2. Forma de onda digital
1.2. Sistemas numéricos
  1.2.1. Binario, octal y hexadecimal
  1.2.2. Conversiones entre sistemas numéricos
1.3. Códigos binarios
  1.3.1. Decimal codificado en binario
  1.3.2. Código Gray
  1.3.3. Código ASCII
1.4. Operaciones aritméticas
  1.4.1. Suma
  1.4.2. Resta
  1.4.3. Multiplicación
  1.4.4. División
1.5. Representación de números con signo
  1.5.1. Signo y magnitud
  1.5.2. Complemento a dos

UNIDAD II. Algebra de Boole e implementación de Circuitos Lógicos Combinacionales

Competencia:

Diseñar circuitos lógicos combinacionales utilizando Algebra de Boole, mapas de Karnaugh y herramientas de Diseño Asistido por Computadora para implementar sistemas digitales en lógica discreta y dispositivos lógicos programables, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.

Contenido: **Duración:** 10 horas

- 2.1. Operaciones lógicas básicas
  - 2.1.1. AND, OR y NOT
  - 2.1.2. Tablas de verdad y expresiones algebraicas
- 2.2. Operaciones lógicas adicionales
  - 2.2.1. NAND, NOR, XOR, XNOR
  - 2.2.2. Tablas de verdad y expresiones algebraicas
- 2.3. Implementación de circuitos lógicos combinacionales con lógica discreta
  - 2.3.1. Familias de circuitos integrados digitales
- 2.4. Implementación de circuitos lógicos combinacionales con Dispositivos Lógicos Programables
  - 2.4.1. PLDs y FPGAs
  - 2.4.2. Lenguajes de descripción de hardware (HDLs)
  - 2.4.3. Simulación de circuitos digitales
- 2.5. Simplificación de expresiones algebraicas
  - 2.5.1. Teoremas del álgebra de Boole
  - 2.5.2. Mapas de Karnaugh
- 2.6. Problemas de diseño de circuitos digitales

UNIDAD III. Lógica Combinacional

Competencia:

Esquematizar circuitos combinacionales utilizando programación modular para facilitar la implementación de circuitos aritméticos, de conversión, de codificación y de multiplexación, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1. Circuitos para operaciones aritméticas
  3.1.1. Sumadores
  3.1.2. Restadores
  3.1.3. Comparadores
  3.1.4. Multiplicadores
3.2. Convertidores de Binario a BCD
3.3. Codificadores y decodificadores
3.4. Multiplexores y demultiplexores
3.5. Implementación modular de circuitos combinacionales en lenguajes de descripción de hardware

UNIDAD IV. Lógica Secuencial

Competencia:

Diseñar circuitos lógicos secuenciales utilizando técnicas de análisis y diseño de máquinas de estado y herramientas de Diseño Asistido por Computadora para implementar circuitos secuenciales en dispositivos lógicos programables, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.

Contenido: **Duración:** 10 horas

4.1. Biestables (Flip-flops)
  4.1.1. Latch de compuerta NAND y NOR
  4.1.2. Flip-flops tipos SR, JK, D,T
  4.1.3. Entradas asíncronas
4.2. Máquinas de estado
  4.2.1. Tipos de máquinas de estado
  4.2.2. Ecuaciones de estado
  4.2.3. Tablas de estado
  4.2.4. Diagramas de estado
4.3. Diseño de máquinas de estados
4.4. Implementación de circuitos secuenciales en lenguaje de descripción de hardware
4.5. Registros, contadores y memorias

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Practicar la resolución de problemas aritméticos y la representación de cantidades en distintas bases a través de ejercicios para entender cómo se representan los datos digitales, con una actitud responsable y de respeto.	Se resuelven ejercicios de sistemas numéricos y operaciones aritméticas en distintas bases.	Calculadora.	4 horas
2	Resolver problemas de diseño de circuitos lógicos simples y simularlos a través de una herramienta de diseño asistido por computadora para entender su funcionamiento previo a su implementación en un dispositivo lógico programable, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se solucionan problemas de diseño y se realizan ejercicios de simulación de circuitos lógicos simples.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables.	4 horas
3	Resolver problemas de diseño de circuitos combinacionales y simularlos a través de una herramienta de diseño asistido por computadora para entender su funcionamiento previo a su implementación en un dispositivo lógico programable, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se solucionan problemas de diseño y se realizan ejercicios de simulación de circuitos combinacionales.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables.	4 horas
4	Resolver problemas de diseño de circuitos secuenciales y simularlos a través de una herramienta de diseño asistido por computadora para	Se solucionan problemas de diseño y se realizan ejercicios de simulación de circuitos secuenciales.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables.	4 horas

	entender su funcionamiento previo a su implementación en un dispositivo lógico programable, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.			

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Identificar y comprobar las tablas de verdad de las operaciones lógicas básicas utilizando lógica discreta para tener un entendimiento adecuado de su utilidad en sistemas digitales, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se comprueban las tablas de verdad de las tres compuertas lógicas básicas utilizando lógica discreta.	Fuente de voltaje, protoboard, compuertas lógicas de la familia 7400, DIP Switch, resistencias, leds.	2 horas
2	Implementar circuitos lógicos básicos utilizando lógica discreta para comprender la manera de interconectar compuertas lógicas, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se implementan circuitos lógicos sencillos utilizando lógica discreta.	Fuente de voltaje, protoboard, compuertas lógicas de la familia 7400, DIP Switch, resistencias, leds.	2 horas
3	Diseñar e implementar un circuito combinacional utilizando Mapas de Karnaugh para comprender el proceso de diseño de un sistema digital básico, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se diseña e implementa un decodificador de 7 segmentos utilizando Mapas de Karnaugh y lógica discreta.	Fuente de voltaje, protoboard, compuertas lógicas de la familia 74XX, DIP Switch, resistencias, indicador de 7 segmentos.	4 horas
4	Implementar circuitos lógicos básicos utilizando un lenguaje de descripción de hardware para comprender los alcances y la manera de utilizar este lenguaje, con una actitud creativa,	Se construyen circuitos lógicos simples utilizando un lenguaje de descripción de hardware y se simulan utilizando un software de síntesis y simulación.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables.	2 horas

	crítica, responsable y de respeto.			
5	Diseñar e implementar un circuito combinacional utilizando Mapas de Karnaugh para comprender el proceso de diseño de un sistema digital básico en un lenguaje de descripción de hardware, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se diseña, construye y simula un circuito combinacional y se implementa en un dispositivo lógico programable (PLD).	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables, fuente de voltaje, protoboard, tarjeta de desarrollo para PLDs, DIP Switch, resistencias.	2 horas
6	Construir circuitos aritméticos básicos utilizando programación modular para entender el proceso de diseño de circuitos aritméticos modulares, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se implementan circuitos aritméticos (sumadores) utilizando un lenguaje de descripción de hardware y programación modular.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables, fuente de voltaje, protoboard, tarjeta de desarrollo para PLDs, DIP Switch, resistencias, leds.	4 horas
7	Construir un circuito combinacional modular utilizando programación modular para entender el proceso de diseño de circuitos combinacionales modulares, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se diseña y construye un circuito convertidor de binario a BCD utilizando un lenguaje de descripción de hardware y programación modular.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables, fuente de voltaje, protoboard, tarjeta de desarrollo para PLDs, DIP Switch, resistencias, indicadores de 7 segmentos.	4 horas
8	Construir circuitos aritméticos modulares complejos utilizando programación modular para entender el proceso de diseño de circuitos aritméticos que se pueden utilizar en procesamiento digital de señales, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se diseña y construye un multiplicador binario utilizando un lenguaje de descripción de hardware y programación modular.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables, fuente de voltaje, protoboard, tarjeta de desarrollo para PLDs, DIP Switchs, resistencias, indicadores de 7 segmentos.	4 horas
9	Diseñar y construir un contador binario utilizando un lenguaje de descripción de hardware para entender el proceso de diseño de circuitos secuenciales, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se diseña y construye un contador binario utilizando un lenguaje de descripción de hardware.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables, fuente de voltaje, protoboard, tarjeta de desarrollo para PLDs, DIP Switchs, resistencias, indicadores de 7 segmentos.	4 horas

10	Diseñar y construir una máquina de estados utilizando ecuaciones y tablas de estados e implementarla en un dispositivo lógico programable para entender el proceso de diseño e implementación de un sistema digital secuencial, con una actitud creativa, crítica, responsable y de respeto.	Se diseña y construye una máquina de estados utilizando un lenguaje de descripción de hardware.	Computadora personal con software de diseño para dispositivos lógicos programables, fuente de voltaje, protoboard, tarjeta de desarrollo para PLDs, DIP Switchs, resistencias, leds.	4 horas

VIII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente establece la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El docente funge como facilitador en la exposición oral de temas y planteamiento de problemas prácticos, se sugieren las siguientes estrategias: técnicas expositivas, demostración, instrucción guiada, debates, cuestionamiento, mesa redonda.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El alumno participa activamente en: elaboración de prácticas de laboratorio de los temas vistos en clase, elaboración de reportes técnicos sobre lo realizado en laboratorio, resolución de exámenes escritos, resolución de ejercicios y problemas de diseño, exposición, debates, mesas redondas, investigación documental, resolución de casos.

IX. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- 3 exámenes escritos…….... 60%
- Evidencia de desempeño 1……. 20%
  (Prototipos funcionales)
- Evidencia de desempeño 2……..20%
  (Reportes de prácticas)

Total……...100%

X. REFERENCIAS

Básicas

Tocci, R.J. y Widmer, N.S. (2007). *Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones*. México: Pearson Educación. [clásica]

Wakerly, J. F. (2001). *Diseño digital: principios y prácticas*. México: Pearson Educación. [clásica]

Mano, M. M y Ciletti, M. D. (2013). *Diseño digital: con una introducción a Verilog HDL*. México: Pearson Educación.

Roth, C. H. y Kinney, L. L. (2014). *Fundamentals of logic design*. Estados Unidos: Cengage Learning.

Complementarias

Floyd, T. L. (2016). *Fundamentos de sistemas digitales*. México: Pearson.

XI. PERFIL DEL DOCENTE

Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Computación, Licenciado en Ciencias Computacionales o área afín. Es deseable experiencia laboral en el área de circuitos o sistemas digitales o sistemas embebidos. Proactivo, organizado, analítico, responsable y empático con los estudiantes y cuidadoso con el medio ambiente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biología Molecular

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 02 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 06

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Microbiología

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Aseneth Herrera Martínez	
Tatiana Nenetzen Olivares Bañuelos	
Dante Alberto Magdaleno Moncayo	
Luis Jesús Villarreal Gómez	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En esta unidad de aprendizaje (UA) el alumno aprenderá los fundamentos y bases del estudio de los fenómenos biológicos a nivel molecular, en particular el estudio de la estructura molecular del ADN y la información que éste codifica, las bases bioquímicas de la expresión de genes y su regulación mediante el uso de una serie de herramientas y técnicas (como el ADN recombinante) que le ayudarán a entender y manipular los diferentes fenómenos que ocurren con las moléculas (ADN, ARN y proteínas) al interior de las células.
La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa disciplinaria con carácter obligatorio, corresponde al área de Ciencias de la Ingeniería y tiene estrecha relación con UA posteriores como biotecnología ambiental y procesos biotecnológicos.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Combinar la replicación, transcripción y traducción de ADN con la expresión genómica, mediante un enfoque molecular de los procesos celulares, para la manipulación de genes, con respeto a la naturaleza y una actitud creativa e innovadora.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Realiza y entrega el diseño de una combinación de los métodos de flujo de información genética en el que describas los procesos celulares, y técnicas ADN recombinante. Entrega por escrito y presenta ante el grupo.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Inicios de la Biología Molecular y la molécula del ADN

Competencia:
Explicar los fundamentos básicos de la Biología Molecular, mediante el análisis de su perspectiva histórica y sus componentes, para comprender los alcances e importancia de la Biología Molecular en la industria y la vida cotidiana con una actitud crítica, analítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 5 horas

1.1 Perspectiva histórica
- 1.1.1 Ley de la combinación de diferentes caracteres
- 1.1.2 Experimentos de Mendel
- 1.1.3 Teoría de la Herencia de August Weismann
- 1.1.4 Principio de transformación
- 1.1.5 Experimentos de Griffith
- 1.1.6 Hipótesis de a cada gen corresponde una enzima
- 1.1.7 Experimento de Beadle y Tatum
- 1.1.8 Confirmación de que el ADN es un material heredable
- 1.1.9 Experimento de Hershey y Chase
- 1.1.10 El modelo para la estructura del ADN propuesto por Watson y Crick
- 1.1.11 Definición del Término Biología Molecular

1.2 ADN y su replicación, cromosoma, genes y tipos de ADN (Nuclear, Mitocondrial, Complementario, etc.)
- 1.2.1 Estructura primaria: Los componentes de los ácidos nucleicos
  - 1.2.1.1 Azúcares de 5 carbonos
  - 1.2.1.2 Bases nitrogenadas
  - 1.2.1.3 El grupo funcional fosfato
  - 1.2.1.4 Nucleosidos y nucleotidos
- 1.2.2 Estructura secundaria y terciaria del ADN
  - 1.2.2.1 Puentes de hidrógeno entre las bases
  - 1.2.2.2 Apilamiento de las bases nitrogenadas proporciona estabilidad
  - 1.2.2.3 Química a la doble hélice del ADN
  - 1.2.2.4 Estructura de Watson y Crick de la doble hélice de ADN
  - 1.2.2.5 Características Alternativas en la doble hélice del ADN y su importancia
  - 1.2.2.6 Separación de las hebras del ADN reversible
  - 1.2.2.7 Superenrrollamiento del ADN

1.2.2.8 Estructuras secundarias inusuales del ADN
1.2.2.9 La topoisomerasa relaja el ADN superenrrollado
1.2.3 Replicación del ADN
1.2.3.1 Proceso de Replicación (iniciación, elongación y terminación)
1.2.3.2 Maquinaria de Replicación
1.2.3.3 La DNA polimerasa
1.2.3.4 Replicación procariota y eucariota (diferencias y similitudes)
1.2.4 Mutaciones y Reparación del ADN
1.2.4.1 Mutaciones
1.2.4.2 Clasificación de las mutaciones
1.2.4.3 Detección de las mutaciones
1.2.4.4 Mecanismos de reparación del ADN
1.2.5 Recombinación genética
1.2.5.1 Recombinación homóloga y heteróloga
1.2.5.2 Recombinación específica de sitio
1.2.6 Operon
1.2.6.1 Regulación positiva y negativa
1.2.6.2 Control de genes estructurales
1.2.6.3 El operon lac
1.2.6.4 Mutaciones cis y trans, el efecto sobre el operador y el regulador

UNIDAD II. Transcripción

Competencia:
Identificar los mecanismos moleculares que constituyen la transcripción, a través de los elementos de la iniciación, elongación y terminación, para conocer el punto principal de regulación genética, con una actitud crítica, analítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1 El RNA
- 2.1.1 Tipos de ARN
- 2.1.2 Interacción entre los RNAs
- 2.1.3 El RNA mensajero

2.2 Transcripción
- 2.2.1 Iniciación, elongación y terminación
- 2.2.2 ARN polimerasas
- 2.2.3 Operadores
- 2.2.4 Secuencia Shine-Delgarnon
- 2.2.5 Transcripción Procariota (policistrónica)
  - 2.2.5.1 Factores sigma
  - 2.2.5.2 Holoenzima
  - 2.2.5.3 Activación de la transcripción
  - 2.2.5.4 Factores rho
  - 2.2.5.5 Terminación intrínseca de la transcripción
- 2.2.6 Transcripción eucariota
  - 2.2.6.1 Iniciadores y activadores
  - 2.2.6.2 Procesamiento del RNAm
  - 2.2.6.3 Splicing
  - 2.2.6.4 Maduración del ARNm
- 2.2.7 Ejemplos de procesos controlados por la transcripción y su importancia

UNIDAD III. Síntesis de proteínas y código genético

Competencia:
Analizar la síntesis de proteínas, por medio del estudio del código genético, su traducción y ubicación celular del proceso, para entender el proceso de diseño y producción de proteínas recombinantes, con una actitud propositiva, de trabajo colaborativo y respeto por la naturaleza.

Contenido: **Duración:** 3 horas

3.1 Los genes codifican proteínas
- 3.1.1 Código genético
- 3.1.2 Codones (inicio, paro, codificantes)
- 3.1.3 Teoría del bamboleo
- 3.1.4 Universalidad y degeneración del código genético y sus implicaciones

3.2 Síntesis de Proteínas
- 3.2.1 Iniciación, elongación y terminación del proceso de traducción
- 3.2.2 Traslocación de los ribosomas
- 3.2.3 Diferencias y similitudes entre las proteínas procariotas y eucariotas
- 3.2.4 Localización proteica
  - 3.2.4.1 Proceso de translocación y cotraslación de proteínas
  - 3.2.4.2 Chaperonas
  - 3.2.4.3 Péptidos señales

UNIDAD IV. Producción de plásmidos para uso bioindustrial

Competencia:
Diseñar plásmidos, mediante el uso de ADN recombinante, genes reporteros y enzimas de restricción, para la producción de metabolitos de uso industrial, con actitud innovadora, compromiso bioético hacia la sociedad y al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 5 horas

4.1 Ingeniería genética
- 4.1.1 El ADN recombinante
- 4.1.2 Proteínas recombinantes
- 4.1.3 Reacción en cadena de la polimerasa
- 4.1.4 Plásmidos y sus aplicaciones
- 4.1.5 Clonación
- 4.1.6 Enzimas de restricción
- 4.1.7 Alfa complementación
- 4.1.8 Genes reporteros
- 4.1.9 Uso de plásmidos en la industria

4.2 Aplicaciones de la ingeniería genética
- 4.2.1 Análisis del genoma
- 4.2.2 Terapia génica
- 4.2.3 Mejoramiento genético
- 4.2.4 Epigenética

4.3 Introducción a la Bioinformática
- 4.3.1 Bases de datos
- 4.3.2 BLAST
- 4.3.3 ClustalX y Bioedit
- 4.3.4 Construcción de árboles filogenéticos

4.4 Edición de líneas celulares por CRISPR

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar la importancia química y estructural los ácidos nucleicos (ADN y ARN), mediante el análisis de los enlaces moleculares entre la pentosa, grupo fosfato y base nitrogenada que participan en la formación de los ácidos nucléicos, para entender su importancia en los organismos, con una actitud crítica y creativa.	Revisa la información referente a las propiedades de las moléculas de ADN y ARN. Visualiza en textos y computadora las moléculas, consulta la historia del descubrimiento de la estructura del ADN. Realiza un mapa conceptual con la información consultada. El docente plantea problemas aplicados referentes a las estructuras de ácidos nucleicos, el alumno resuelve y discute las respuestas en grupo.	Libros de biología molecular de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz, pluma y computadora. Pizarrón y plumones. Equipo de proyección UABC y computador personal de docente.	8 horas
UNIDAD II				
2	Calcular la temperatura de desnaturalización y el diseño de oligonucleótidos, mediante el porcentaje de Guanina-Citosina en la secuencia de ADN, para la planeación de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), con actitud crítica y creativa.	Determina la relación entre la densidad del DNA y el contenido de Guanina-Citosina. Calcula el porcentaje de Guanina-Citosina en el DNA. Aprende el uso de herramientas bioinformáticas para el diseño de oligonucleótidos. Discute los resultados obtenidos en el grupo de trabajo. Entrega resultados de los cálculos.	Libros de biología molecular de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz y pluma. Calculadora, computadora personal del docente y equipo de proyección UABC.	8 horas
UNIDAD III				

3	Generar mapas de restricción, para comprender los sitios de reconocimiento y corte de diferentes enzimas de restricción en una molécula de ADN con secuencia específica, a través de la comparación con los diferentes plásmidos de clonación y expresión, con actitud crítica, responsable y creativa.	Resuelve ejercicios en clase usando mapas de restricción que representan una secuencia de ADN con estructura circular y lineal. Identifica sitios de reconocimiento en que las diferentes enzimas de restricción digieren una molécula de DNA. Elabora y entrega mapas comparativos con los diferentes plásmidos de clonación disponibles en casas comerciales. Discute en grupo los resultados obtenidos.	Libros de biología molecular y técnicas recombinantes del ADN de apoyo para el curso. Artículos científicos. Papel, lápiz y pluma. Calculadora, computadora personal del docente y equipo de proyección UABC.	8 horas
UNIDAD IV				
4	Comparar plásmidos de clonación y expresión, para comprender los mecanismos de ligación de fragmentos de ADN y su transformación en bacterias, por medio de casos de estudio, con pensamiento crítico y consciente del entorno.	Consultar información en libros de técnicas del ADN recombinante y las aplicaciones de éstas técnica en la biología molecular y biotecnología. Responder preguntas y discutir las respuestas en clase. Diseña y entrega un mapa del plásmido con el inserto.	Libros de biología molecular de apoyo para el curso. Papel, lápiz, pluma y computadora personal del docente y equipo de proyección UABC.	8 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Extraer material genético, DNA y RNA de diferentes muestras biológicas, usando técnicas básicas de aislamiento de ácidos nucleicos, para aprender la manipulación, visualización e interpretar las diferencias químicas y estructurales que presentan las moléculas de ADN y ARN, con actitud crítica, propositiva y responsable.	Partiendo de distintas muestras biológicas, extrae el DNA y RNA mediante reacciones químicas. En geles de agarosa al 1 %, deposita las extracciones previamente obtenidas para someterlas a electroforesis para la migración de los ácidos nucleicos. Observa mediante luz UV y determina las diferencias entre ambos materiales genéticos. Realiza y entrega un reporte de laboratorio sobre la actividad realizada.	Células bacterianas y eucariotas. Muestras de DNA y RNA. Material y equipo de laboratorio: Centrífuga, tubos de plástico de 1.5 ml, fenol, cloroformo. Isopropanol, etanol absoluto, acetato de sodio 3M y DNAsa. Agarosa, TAE 1x, cámaras de electroforesis, buffer de carga, marcador de peso molecular RNA/DNA, bromuro de etidio. Lámpara de UV.	8 horas
UNIDAD II				
2	Amplificar fragmentos específicos de DNA, mediante la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), para entender sus potenciales aplicaciones, con actitud responsable y crítica.	Utilizando oligonucleótidos específicos, amplifica *in vitro* fragmentos de DNA específicos usando la técnica de PCR en un termociclador que permite las condiciones para la reacción. Entrega un reporte de práctica realizada, describiendo los resultados obtenidos.	Templado de ADN. Kit de amplificación de PCR, puntas para micropipeta, micropipetas, termociclador, oligonucleótidos.	8 horas
UNIDAD III				
3	Comprobar las diferentes técnicas del ADN recombinante, para la comprensión de los mecanismos de transcripción y regulación genética, mediante la elaboración	Con las muestras de RNA total de células eucariotas, utiliza técnica de RT-PCR para retrotranscribir una hebra de RNA DNA. Adicionalmente cultivo de	Muestra de RNA. Kit para RT-PCR, Kit RACE-PCR, cultivo de *Escherichia coli* con plásmidos. Plásmidos y fragmentos de DNA, enzimas de restricción.	8 horas

	de Transcripción reversa acoplada a reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR), extracción de plásmidos y uso de enzimas de restricción, con actitud crítica, propositiva y responsable.	*Escherichia coli* en fase logarítmica, extrae DNA plasmídico y visualiza en gel de agarosa. Realiza la digestión de plásmidos y fragmentos de DNA en sitios específicos y de clonación múltiple. Entrega reporte de laboratorio discutiendo los resultados y concluye.	Micropipetas, puntas estériles para micropipetas, termociclador, etanol. Soluciones de extracción, isopropanol, etanol 70%, tubos de plástico de 1.5 mL, agarosa, TAE1X, tubos de 200 µl, incubadora a 37 °C	
UNIDAD IV				
4	Aplicar el proceso de ligación de fragmentos de ADN, para su posterior transformación en *Escherichia coli*, por medio de transformación de choque térmico y electroporación, con actitud crítica y responsable.	A partir de fragmentos de ADN digeridos con enzimas de restricción y con la enzima T4 DNA ligasa, lleva a cabo el proceso de ligación. Realiza la transformación en *Escherichia coli,* siembra en cajas de petri con medio selectivo. Entrega reporte con las observaciones y conclusiones obtenidas durante la práctica.	Fragmentos de ADN de interés, células de *Escherichia coli* competentes químicamente y electrocompetentes, T4 DNA ligasa, Enzimas de restricción, plásmidos, puntas para micropipeta, micropipetas, incubadora a 37° C, baño María, medios de cultivos líquido y sólido necesarios.	8 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
En esta unidad de aprendizaje, el docente es un facilitador del aprendizaje que emplea teorías constructivistas, conductistas y científicas proporcionando información necesaria para que el alumno logre la integración de los diversos temas a tratar durante el desarrollo de la materia, recomienda lecturas previas a cada tema, asigna actividades extraclase individuales y por equipo para reafirmar el conocimiento. Revisa las tareas y avances de propuestas de proyectos realizando observaciones pertinentes para que exista una retroalimentación y un desarrollo adecuado de dichas propuestas.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El estudiante toma notas del material vistos en clase, analiza y expone dudas o puntos de vista basándose en los temas tratados. Trabaja de manera individual y en equipo para organizar y efectuar propuestas de proyectos. Adicionalmente, el estudiante realiza búsquedas de información complementaria a lo visto en clase y analiza aplicaciones de vanguardia respecto a los temas tratados. Elabora un portafolio de desempeño y participa de una manera crítica, cooperativa y respetuosa durante todo el semestre.
Portafolio dividido en cuatro partes, la primera debe incluir un glosario de términos relacionados con la Biología Molecular y sus aplicaciones, la segunda sección incluirá tareas, ejercicios y el material bibliográfico colectado durante el desarrollo del curso, la tercer parte del portafolio será una propuesta de proyecto biotecnológico para la producción de OGMs con una visión de negocios, actitud emprendedora y respeto por la naturaleza y la cuarta sección corresponderá a los reportes de prácticas de laboratorio.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3) ……..…..45 %
- Laboratorio……..…….…….. 20 %
- Evidencia de desempeño…...……..… 30 %
  (diseño de una combinación de los métodos de flujo de
- información genética en el que describas los procesos
- celulares, y técnicas ADN recombinante. entrega por
- escrito y presenta ante el grupo)
- portafolio de evidencias…….…….....5 %
  Total……...100%

Criterios para aprobar el curso:

• Presentación de proyecto final en equipo: El objetivo de esta evaluación es que los estudiantes sean capaces de integrar el conocimiento adquirido en Biología Molecular para la resolución de un problema real en diferentes sectores de la industria farmacéutica y/o campo de investigación científica. Para lo cual se plantean los siguientes temas de investigación:

1. Producción de una vacuna comestible contra el sarampión.
2. Mejoramiento genético de hongos comestibles.
3. Mejoramiento de la producción de una proteína recombinante (Insulina).

Para el desarrollo de cualesquiera de los temas anteriores es necesario:

a) Definir el tema de investigación y la problemática que éste resuelve.
b) Proponer una metodología científica para la resolución del problema seleccionado de acuerdo al conocimiento adquirido en la unidad de aprendizaje de Biología Molecular (incluir técnicas de extracción de ADN, ARN, proteínas, el uso de plásmidos, etc.).
c) Justificar la metodología propuesta.
d) Establecer los posibles resultados y conclusiones de la investigación.

La presentación se hará en PowerPoint y las especificaciones de la presentación son las siguientes:

i) Fondo de las diapositivas blanco.
ii) Letra Arial color negra, en negritas y tamaño de letra 32 para los títulos y 14 para el texto.
iii) Evitar faltas de ortografía y errores gramaticales.

iv) Incluir una imagen por cada diapositiva que se presente con el fin de apoyar la información que se dé a conocer en la misma.
v) Incluir pies de figura en las imágenes.

Para esta modalidad se evaluará el contenido y limpieza de la presentación, volumen y modulación de la voz de los expositores, dominio del tema y argumentos para defender la propuesta del equipo participante.

- Portafolio de evidencia de desempeño dividido en tres partes, la primera debe incluir un glosario de al menos 50 términos relacionados con la biotecnología y sus procesos, la segunda sección incluirá el material bibliográfico colectado para la elaboración del prototipo de biorreactor, la exposición oral y la literatura utilizada para la elaboración de una propuesta de proyecto y la tercer parte del portafolio será una propuesta de proyecto biotecnológico para la producción de biocatalizadores y/o biomateriales, en donde el estudiante demuestre la aplicación de los conocimientos adquiridos en la presente unidad de aprendizaje con una visión de negocios, una actitud emprendedora y respeto por la naturaleza.

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Karp, G., Iwasa, J., Marshall W. y Palacios Martínez, J. (2014). *Biología celular y molecular: conceptos y experimentos* (5ª ed.). México: McGraw-Hill Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., y Walter, P. (2016). *Biología molecular de la célula* (6ª ed.). Barcelona, España: Ediciones Omega. Krebs, J., Jocelyn, E., Kilpatrick, S. y Goldstein, E.S. (2014). *Lewin's genes XI.* Burlington, Estados Unidos: Editorial Jones & Bartlett Learning. Lodish, H., Arnold, B., Kaiser, C., Krieger, M., y Matthew, P. (2016). *Biología celular y molecular* (6ª ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana. Watson, J. D. Baker T., Bell S., Gann A., Levine M. y Losick, R. (2016). *Biología Molecular del gen* (7ª ed.). Argentina: Editorial Médica Panamericana.	The National Center for Biotechnology (2018). *NCBI*. Estados Unidos: National Library of Medicine Information.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer título de Licenciado en Ingeniería, Biología, Química, Ciencias Ambientales o área afín o posgrado en ciencias naturales e ingeniería, o experiencia probada en el área. Se recomienda que tenga conocimientos disciplinarios y pedagógicos.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Procesamiento Digital de Bioseñales

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Sistemas de Control

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	
Roberto López Avitia	
Norma Barboza Tello	
Esperanza Guerra Rosas	

Fecha: 31 de octubre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso tiene como finalidad que el alumno aprenda las técnicas de procesamiento digital de señales que se utilizan en los instrumentos biomédicos como parte de un sistema de medición y análisis de variables biofisiológicas.
Esta unidad de aprendizaje es de carácter obligatorio, se encuentra en la etapa disciplinaria del plan de estudios y tiene como requisito el haber aprobado el curso de Sistemas de Control.

La aplicación de los fundamentos teóricos y prácticos de esta unidad de aprendizaje contribuye a la formación integral de profesionales, en el desarrollo de productos, servicios y soluciones de equipos e instrumentos de uso biomédico y biotecnológico, se emplea el tratamiento de la información para la prueba, calibración y el diseño, además de que responde a las necesidades del progreso científico y técnico en el campo del procesamiento de señales digitales.
Esta asignatura pertenece a la etapa disciplinaria con carácter obligatorio en el área de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y manipular bioseñales caracterizadas por una secuencia de datos, a través de operaciones lineales e invariantes en el tiempo, para obtener información sobre el estado en el dominio de tiempo y el dominio de la frecuencia de un sistema biofisiológico, con responsabilidad, respeto y disciplina.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora proyecto final donde se muestra la metodología empleada en el análisis de señales y sistemas discretos de tipo biofisiológico. Este se deberá entregar de forma impresa atendiendo las características siguientes: presenta la función de transferencia o respuesta en frecuencia, mapa de localización de polos y ceros de la función de transferencia, incluir código de programación, aplicando el filtro y sus parámetros, presenta las gráficas de señales de entrada y salida, definir las partes de la señal ECG, y descripción de los resultados y/o conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Bioseñales y conceptos generales de sistemas discretos.

Competencia:
Identificar las características de las señales fisiológicas, a través del planteamiento, estudio y solución de ejercicios relacionados, para comprender el proceso de medición y conversión analógico-digital de dichas señales; con disposición al trabajo colaborativo, actitud emprendedora y creativa.

Contenido: **Duración: 7** horas

1.1. Fundamentos: algebra de números complejos e identidades trigonométricas
1.2. Bioseñales
    1.2.1 Señales comunes medidas en el diagnóstico médico
    1.2.2 Mediciones fisiológicas que involucran energía química, mecánica, eléctrica y térmica
1.3. Conceptos generales de señales y sistemas discretos
    1.3.1. Medidas de señales
    1.3.2. Operaciones sobre señales discretas
    1.3.3. Simetría par e impar
    1.3.4. Diezmación e interpolación
    1.3.5. Señales discretas comunes
    1.3.6. Representación mediante impulsos
    1.3.7. Armónicas y senoidales de tiempo discreto
    1.3.8. Muestreo de señales analógicas
    1.3.9. Alias y teorema de muestreo
1.4. Filtros digitales descritos con ecuaciones de diferencias
    1.4.1 Diagrama de filtros recursivos y no-recursivos
    1.4.2 Solución de ecuación de diferencias
    1.4.3. Ejemplos de aplicaciones: sistemas inversos, eco y reverberación

UNIDAD II. Convolución y respuesta impulso.

Competencia:
Utilizar operaciones de convolución y correlación, a través del estudio de sus propiedades, para aplicarlas en el análisis de sistemas lineales invariantes en el tiempo, con disposición al trabajo en equipo de manera responsable y honesta.

Contenido: **Duración:** 5 horas

2.1. Convolución
2.1 Respuesta impulso (FIR, IIR)
2.2 Convolución discreta
2.3 Propiedades de la convolución
2.4 Convolución de secuencias finitas
2.5 Convolución periódica
2.6 Correlación cruzada y autocorrelación
2.7 Covarianza y autocovarianza

UNIDAD III. Representación en el dominio de la frecuencia.

Competencia:
Utilizar el análisis de Fourier, a través de la solución de problemas aplicados, para conocer las propiedades de las señales discretas en el dominio de la frecuencia, con responsabilidad, creatividad y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 10 horas

3.1. Series de Fourier y Transformada de Fourier
- 3.1.1. Series de Fourier
- 3.1.2 Espectro de señales periódicas
- 3.1.3 Reconstrucción de la señal y fenómeno Gibbs
- 3.1.4 Suavizado mediante ventanas espectrales
- 3.1.5 Transformada de Fourier
- 3.1.6 Pares de transformadas de Fourier y sus propiedades
- 3.1.7 Efecto de las operaciones sobre el espectro

3.2. Transformada Discreta de Fourier
- 3.2.1 Transformada de Fourier en Tiempo discreto (DTFT)
- 3.2.2 Filtros ideales, truncamiento y selección de ventana
- 3.2.3 Filtros pasa-bajas, pasa-altas y pasa-todo
- 3.2.4 Respuesta en frecuencia de algoritmos discretos
- 3.2.5 Transformada Discreta de Fourier (DFT) y formulación matricial
- 3.2.6 Esparcimiento espectral y resolución
- 3.2.7 Graficas tiempo-frecuencia
- 3.2.8 Transformada Rápida de Fourier (FFT)

UNIDAD IV. Transformada Z y filtros digitales.

Competencia:
Calcular la Transformada Z de señales biofisiológicas, a través del estudio de sus propiedades, para utilizarla como una herramienta en el análisis de estas señales, de manera entusiasta y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1. Transformada Z y región de convergencia
4.2. Propiedades de la Transformada Z
4.3. Polos ceros y plano Z
4.4. Obtención de la función de transferencia y respuesta en frecuencia
4.5. Implicaciones de la colocación de polos y ceros en el diseño de filtros ranura
4.6. Filtro de separación
4.7. Filtros de peine y filtros rechaza-banda periódicos

UNIDAD V. Aplicaciones de filtros digitales en bioingeniería.

Competencia:
Aplicar las herramientas de procesamiento de señales a través del análisis y diseño de filtros digitales, para conocer su utilidad en el procesado digital de las señales biofisiológicas, con responsabilidad, creatividad y disposición al trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1. Reducción de ruido aleatorio en bioseñales mediante promediación
5.2. Cancelación de deriva en bioseñales
5.3. Rechazo de interferencia en una señal de ECG
5.4. Análisis de fonocardiograma
5.5. Analizar el espectro de señales ECG, EMG, EEG y EOG

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Evaluar números complejos, a través del uso de las fórmulas de Euler, para descubrir su utilidad en análisis de señales digitales, con procedimiento organizado, precisión y responsabilidad.	Se hace un repaso de números complejos y el uso de la calculadora científica, en base a una batería de ejercicios sobre operaciones combinadas con números reales y otra de números complejos. Llegando hasta la aplicación de los comandos de Matlab para manejo de números complejos.	Computadora Software científico Batería de ejercicios comprobados	2 horas
2	Emplear software científico, elaborando programas básicos, para modelado de señales, con disciplina y curiosidad	Se aborda la plataforma computacional interactiva de Matlab y las funciones especializadas para procesamiento de señales, a través de una guía de uso.	Computadora Software científico Guía de funciones inherentes de MATLAB	4 horas
3	Aplicar el lenguaje de Matlab, siguiendo la estructura y parámetros predefinidos, para crear funciones de usuario reutilizables con actitud propositiva	Usar el editor de MATLAB para escribir una serie de comandos en un archivo, creando así una función que puede aceptar argumentos de entrada y devolver argumentos de salida.	Computadora Software científico Documentación sobre Editor de MATLAB y creación funciones	2 horas
UNIDAD II				
4	Aplicar las funciones de Matlab, siguiendo los comandos preestablecidos, para realizar operaciones entre señales y compararlas, con actitud propositiva y honesta.	Utiliza las funciones de MATLAB para realizar la autocorrelación y correlación cruzada, encontrando periodicidad de una señal con ruido, para limpiarla de ruido, y para determinar el desfasamiento entre señales	Computadora Software científico Archivos con secuencia de datos	2 horas
5	Utilizar función de Autovarianze, a	Realiza la autocovarianza de la	Computadora y software científico	2 horas

	través de Matlab, para comprobar el comportamiento de una señal fisiológica, con interés y compromiso.	función del ritmo cardiaco para determinar periodicidad.	Archivos con secuencia de datos	
UNIDAD III				
6	Contrastar las Series de Fourier trigonométrica, mediante el ambiente de Matlab, para conocer las limitaciones reales de sintetizar una señal, con integridad y pensamiento crítico.	Generar señales periódicas típicas programando la suma de senoidales siguiendo una serie de Fourier especifica.	Computadora Software científico Serie de Fourier Trigonométrica	4 horas
7	Aplicar las funciones de Matlab, a través del cálculo de la Transformada de Fourier de funciones complejas, para encontrar la magnitud y fase de las señales, con voluntad y compromiso	Calcular la Transformada de Fourier, y graficar magnitud y fase de diversas señales.	Computadora Software científico	4 horas
UNIDAD IV				
8	Calcular la respuesta en frecuencia de algoritmos numéricos clásicos, usando las funciones de Matlab, para Identificar la exactitud de los algoritmos, con curiosidad y claridad.	Encontrar el espectro de Fourier de varios algoritmos numéricos y normalizar su respuesta por la respuesta ideal para observar la tendencia del error.	Computadora Software científico Tabla de algoritmos numéricos clásicos	4 horas
9	Desarrollar y aplicar las funciones de Matlab, usando el entorno de herramientas predefinidas, para el diseño de filtros digitales, con actitud emprendedora y pensamiento crítico.	Diseñar programas de filtros pasa alta, filtro rechaza-banda, tipo ranura, y filtro pasa-baja	Computadora Software científico	4 horas
UNIDAD V				
10	Medir los espectros pertenecientes a diferentes bioseñales, mediante	Analizar el espectro de señales ECG, EMG, EEG y EOG de un	Computadora Software científico	4 horas

	el uso de la trasformada rápida de Fourier, para descubrir sus características propias de frecuencia, con disciplina y precisión.	registro Polisomnográfico http://www.physionet.org/pn3/shhpsgdb/	Base de datos de registro de bioseñales	

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Evaluar números complejos, para descubrir su utilidad en análisis de señales digitales, a través del uso de la calculadora científica y de software, con organización y responsabilidad.	Repaso de Números Complejos, Formulas de identidades senoidales, trigonométricas, fasores	Computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB y creación funciones, archivos con secuencia de datos, tabla de algoritmos numéricos clásicos, base de datos de registro de Bioseñales,	1 hora
2	Clasificar las bioseñales por el tipo de energía involucrada, para interpretar la información transportada, con interés y responsabilidad por los problemas de salud física.	Se revisan ejemplos de energía que transporta información relacionada a una medición fisiológica, de biometría y de actividad humana, y las variables asociadas en mediciones fisiológicas	Tabla de energía y bioseñal Gráficas típicas de bioseñal y rangos, computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	1 hora
UNIDAD II				
3	Calcular propiedades de señales discretas, empleando las definiciones matemáticas correspondientes, para recopilar información, con actitud proactiva e iniciativa.	Se realiza el cálculo de periodicidad de señales senoidales muestreadas; operaciones de escalamiento y desplazamiento en el tiempo; se realiza las operaciones de simetría	Calculadora Formulario Ejemplos del libro de texto, computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de	1 hora

		par e impar, y de interpolación y diezmación.	MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	
4	Modelar señales discretas, con base a sumatoria de impulsos, para producir una expresión alterna de la señal, con una actitud de confianza en su capacidad.	Se hace la descripción matemática de señales como sumatoria de impulsos desplazados en tiempo. Se describe las características de las senoidales de tiempo discreto, relacionado a un alias y al teorema de muestreo.	Formulario Ejemplos del libro de texto	1 hora
5	Calcular parámetros de desempeño, usando herramientas matemáticas de medición, para reconocer la calidad de los sistemas, con pensamiento crítico y compromiso.	Se calcula la relación señal a ruido (SNR) y del RMS, así como de histogramas de señales y ruido.	Formulario Ejemplos del libro de texto, computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	1 hora
6	Definir filtros digitales, aplicando la teoría de sistemas LTI, para procesar señales, de manera analítica y responsable.	Describir sistemas lineales invariantes en el tiempo (LTI) como filtros digitales, ecuación de diferencias y construcción en diagrama de bloques de filtros digitales.	Formulario Ejemplos del libro de texto Plantillas de diagrama a bloques de ecuaciones diferencia, computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	1 hora
7	Contrastar modelos de sistema típicos, usando la función “Filter” y grabación de audio, para comprobar sus ecuaciones, con disposición y tolerancia.	Se realizan ejemplos orientados a las aplicaciones de eco y reverberación, y se encuentra sus sistemas inversos.	Formulario Ejemplos del libro de texto Computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	1 hora
UNIDAD III				
8	Realizar la operación de suma de convolución, usando los conceptos de linealidad e invariancia en el tiempo, para obtener la respuesta	Se realiza la respuesta al impulso de filtros digitales usando la convolución de secuencias finitas. Empleando tanto la convolución	Formulario Ejemplos del libro de texto Software científico, computadora, software científico, batería de	1 hora

	de filtros digitales, con capacidad de identificar y resolver problemas.	regular como la convolución circular. Se aplican funciones inherentes de MATLAB para la convolución.	ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	
9	Comprender la teoría de Fourier, articulando la matemática clásica de tiempo y frecuencia, para aplicarla en el diseño de filtros, con pensamiento crítico y compromiso.	Se realiza un repasado de las Series de Fourier y Transformada de Fourier.	Tablas de Propiedades de Fourier	1 hora
10	Conocer y ejercitar las funciones de Matlab, a través del cálculo de la Transformada de Fourier de funciones complejas, para distinguir magnitud y fase de las señales, con voluntad y compromiso	Se hacen ejercicios de la Transformada de Fourier de Tiempo Discreto (DTFT) y respuesta en frecuencia.	Tabla de transformadas y propiedades. Computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	1 hora
11	Calcular los parámetros característicos a través de la función de transferencia para determinar el desempeño de filtros, con pensamiento crítico.	Se resuelve la fórmula de Frecuencia de Corte o de Potencia Media para un sistema específico.	Calculadora Formulario Resolución de ejemplos Computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	1 hora
12	Aplicar la Transformada Discreta de Fourier (DFT), por medio de muestras en tiempo y frecuencia de una señal, para convertir al dominio de la frecuencia discreta, con capacidad de identificar y resolver problemas.	Se aplica la formulación de la DFT a secuencias específicas de datos.	Calculadora Formulario Resolución de ejemplos, computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	1 hora
UNIDAD IV				
13	Transformar señales al dominio Z, aplicando las propiedades de transformación, para formular	Aplicar la Transformada Z y encontrar la función de transferencia y respuesta en	Tabla de transformadas, computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado,	1 hora

	alternativas de solución, con pensamiento crítico.	frecuencia de filtros representados por su ecuación de diferencias.	guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	
14	Determinar la respuesta en frecuencia, sustituyendo valores sobre el círculo unitario, para reproducir la función de transferencia, con capacidad de identificar y resolver problemas.	Se realiza la identificación de filtros a traves de sus diagramas de polos y ceros.	Manual de funciones de software científico Criterios para colocación de raíces en el plano Z	1 horas
15	Desarrollar y aplicar las funciones de Matlab, usando los algoritmos de colocación de polos y ceros, para diseño de filtros digitales, con actitud emprendedora	Diseñar filtros de primer orden, pasa bajas y pasa altas.	Manual de funciones de software científico, computadora, software científico, batería de ejercicios comprobado, guía de funciones inherentes de MATLAB, documentación sobre Editor de MATLAB.	2 hora

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre:
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice habilidades técnicas de ingeniería a través del estudio del procesamiento digital de bioseñales.

Estrategia de enseñanza (docente):
Técnica expositiva, promueve el aprendizaje colaborativo y autónomo, el diálogo y la discusión de resultados, facilita el aprendizaje basado en problemas, funge como guía y moderador del aprendizaje,

Estrategia de aprendizaje (alumno):
Trabajo en equipo, sesiones de taller y experimentales, ejercicios de reflexión y crítica, investigación bibliográfica, resolución de ejercicios prácticos y problemas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Evaluación parcial…….50%
(Solución a los problemas de forma explícita, coherente y ordenada)
Participación, tareas y talleres…….15%
(Intervención que aporta elementos significativos para el aprendizaje.
Respeto a los integrantes del grupo al emitir juicios y al recibirlos.
Presentación de tareas de forma puntual y con una redacción clara y excelente ortografía.)
Desarrollo de prácticas de laboratorio…….15%
(Realización de reportes de prácticas de laboratorio que
muestren evidencias fotográficas del desarrollo de las mismas)
Evidencia de desempeño (Elaboración de proyecto final)…….20%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Ambardar, A., Urbina E. y Nagore, G. (2002). *Procesamiento de señales analógicas y digitales*. México: Thomson Learning. [clásica]

Proakis, J. G., Manolakis, D. G. y Santalla del Río, V. (2000). *Tratamiento digital de señales*. España: Prentice Hall. [clásica]

Semmlow, J. (2012) *Signals and systems for bioengineers*. (2ª ed.). Estados Unidos: Academic Press. [clásica]

Tan, L., Jiang, J. (2013). *Digital signal processing, fundamentals and applications*. Estados Unidos: Elsevier.

Complementarias

Devasahayan, S. R. (2000). *Signals and systems in biomedical engineering: signal processing and physiological systems modeling*. Estados Unidos: Kluwer

Giron –Sierra, J. M. (2017). *Digital signals processing with Matlab Examples*. Singapur: Springer.

Lessard, C. S. (2006). *Signal processing of random physiological signals.* Estados Unidos: Morgan & Claypool Publishers

Gopi, E. S. (2018). Multi-Disciplinary Digital Signal Processing. A Functional Approach Using Matlab. Suiza: Springer

Hussain, Z. M., Sadik, A. Z. y O' Shea, P. (2011). *Digital signal processing, an introduction with MATLAB and applications*. Alemania: Springer.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Bioingeniería, Ingeniería Biomédica, Ingeniero Biotecnólogo o área afín. Tener formación especial en procesamiento digital de señales. Experiencia profesional en áreas de instrumentación y como docente en ingeniería. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y ser facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Bioinstrumentación

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Bioelectrónica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Jhonny Águilar Grajales		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Roberto López Avitia		Humberto Cervantes de Ávila	
Oscar Roberto López Bonilla		María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En el curso de Bioinstrumentación se tiene como finalidad que el estudiante adquiera los conocimientos, habilidades y actitudes para analizar, evaluar y diseñar las etapas de: adquisición y manipulación de señales electrofisiológicas, su acondicionamiento, filtrado, conversión analógica-digital y protección eléctrica para los equipos de Electro-medicina. Su utilidad radica en que a través del desarrollo de actividades propicia en el estudiante el desarrollo de la responsabilidad social, la comunicación oral y escrita, la actitud autodidacta, el trabajo organizado y colaborativo, y el respeto por la vida y el medio ambiente a la par que adquiere conocimientos sobre riesgos y seguridad eléctrica en los equipos médicos, sensores y transductores para electro-medicina, corrientes iónicas y, finalmente, un panorama sobre la proyección de la bioinstrumentación.

Esta unidad de aprendizaje se imparte con carácter obligatorio en la etapa disciplinaria, tiene como requisito haber cursado y acreditado la asignatura Bioelectrónica y contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar un sistema de captura de señales electrofisiológicas de una manera científica y apropiada, para monitoreo de variables fisiológicas en personas, mediante el uso de dispositivos de adquisición, técnicas de instrumentación y el conocimiento de la electrofisiología del cuerpo humano, con una actitud crítica y responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Implementa un prototipo funcional de un sistema de captura y monitoreo de variables fisiológicas y entrega un reporte técnico del funcionamiento del mismo.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Efectos fisiológicos de la electricidad y origen de los biopotenciales

Competencia:
Distinguir los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo y el origen de los biopotenciales y sus modelos eléctricos, utilizando los métodos de protección y lineamientos establecidos, para la seguridad eléctrica de las personas, con actitud crítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 10 horas

1.1 Efectos Fisiológicos de la Electricidad y Lineamientos de Seguridad.
1.2 Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica.
1.3 Medidas preventivas.
1.4 Lineamientos de seguridad eléctrica y Protección eléctrica.
1.5 Origen de los Biopotenciales
1.6 Introducción de las bioseñales y sistemas biológicos.
1.7 Modelos eléctricos equivalentes de células excitables
    1.7.1 Esféricas
    1.7.2 Cilíndricas

UNIDAD II. Acondicionamiento y adquisición de las de las señales electrofisiológicas y biopotenciales.

Competencia:
Analizar la naturaleza de las señales electrofisiológicas y biopotenciales, la Electrocardiografía (ECG), Electroencefalografía (EEG), Electromiografía (EMG) y Electrooculografía (EOG), por medio de las características eléctricas involucradas en la adquisición de estas, así como los mecanismos necesarios de acondicionamiento y adquisición, para su aplicación en el diseño de aparatos o dispositivos biomédicos, con actitud analítica, pensamiento creativo y honestidad.

Contenido: **Duración:** 12 horas

2.1. Biopotenciales:
- 2.1.1 Electrocardiografía
- 2.1.2 Electroencefalografía
- 2.1.3 Electromiografía
- 2.1.4 Electrooculografía.

2.2. Características eléctricas.
2.3. Electrodos y accesorios.
2.4. Circuitos acondicionadores de señales necesarios.
- 2.4.1. Filtro activo pasa bajas tipo Butterworth Sallen key.
- 2.4.2. Filtro activo pasa altas tipo Butterworth Sallen key.

2.5. Acondicionamiento y Amplificadores para señales electrofisiológicas
- 2.5.1. Amplificadores de Instrumentación, compuesto.
- 2.5.2. Amplificador de Aislamiento.

2.5.3. Circuito de pierna derecha.

UNIDAD III. Electroestimulación, desfibriladores y marcapasos

Competencia:
Comparar las características eléctricas del electroestimulador, desfibrilador y marcapasos, a partir de la descripción de los mecanismos de diseño que los constituyen, para la implementación de un instrumento de aplicación biomédica, con objetividad y pensamiento crítico.

Contenido: **Duración:** 10 horas

3.1. Fisiopatologías cardiacas.
3.2. Características eléctricas del equipo.
3.3. Circuito sincronizador.
3.4. Circuitos acondicionadores de señales necesarios y generación de ondas.
3.5. Interferencias al M.P.
3.6. Características de las ondas del Desfibrilador y del M.P.I.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Clasificar el desarrollo histórico de la Bioinstrumentación, utilizando una línea del tiempo, para comprender su aportación en la bioingeniería, con una actitud colaborativa y respetuosa.	1.- El alumno realiza una investigación sobre el desarrollo histórico de la bioinstrumentación 2.- Realiza el análisis de los enfoques y la aportación de la bioinstrumentación. 3.- Elabora y entrega al docente una línea de tiempo con las principales aportaciones y conceptos a la bioinstrumentación	Investigación de parte de los alumnos con conceptos y descubrimientos históricos. Pizarrón, plumones, proyector, computadora.	1 hora.
2	Explicar la presencia de un microshock y macroshock, en una condición expuesta por un paciente, utilizando la revisión bibliográfica de casos, para diferenciar los parámetros de protección eléctrica por un paciente, de manera ordenada, reflexiva y propositiva.	1.- El alumno elabora un modelo esquemático eléctrico incluyendo al paciente. 2.- Reconocer la importancia de la protección eléctrica y la determinación de los potenciales eléctricos. 3.- Identifica y discute por equipo los parámetros de protección eléctrica y desarrolla un esquema eléctrico.	Ejemplos, ejercicios y problemas proporcionados por el docente. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	2 horas.
3	Analizar el principio de la generación del potencial de acción, graficando el potencial tipo espiga, para reconocer su papel esencial en el funcionamiento del sistema nervioso y motor, con una actitud respetuosa y colaborativa.	1.- El estudiante dibuja una gráfica sobre el potencial eléctrico tipo espiga. 2.- Reconoce la importancia de los diferentes transportes a través de las membranas, aplica ecuaciones para resolver problemas que	Ejemplos, ejercicios y problemas proporcionados por el docente. Recursos TIC: uso de simuladores de la ecuación de Nernst, Goldman.	2 horas.

		involucran la composición los líquidos intra y extracelulares. 3.- Dibujando en el pizarrón, explica los diferentes puntos del potencial eléctrico relacionados con los transportes de membrana.	Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	
UNIDAD II				
4	Diferenciar los tipos de electrodos en la adquisición registro y estimulación de biopotenciales eléctricos, elaborando una tabla comparativa, para comprender sus aplicaciones y utilización en la Bioingeniería, de manera ordenada y reflexiva.	1.- Identifica los diferentes tipos de electrodos en bioingeniería y su clasificación. 2.- Identifica las principales características de los electrodos. 2.- Elabora una tabla comparativa con las características más importantes de cada uno de los electrodos utilizados en la adquisición de biopotenciales y la estimulación eléctrica.	Lista de electrodos a investigar. Características de importancia para la comparación de electrodos y su investigación. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	2 horas.
5	Comparar las características de las señales de electromiografía (EMG), electrocardiografía (ECG), electroencefalografía (EEG) y electrooculografía (EOG), en función del ancho de banda, amplitud de las señales, para comprender el método de adquisición y registro de los bipotenciales, de forma analítica y colaborativa.	1.- Identifica las características eléctricas de los biopotenciales, elaborando esquemas que comparen las señales de EMG, ECG, EEG y EOG. 2.- Clasifica las características de acuerdo con la amplitud, frecuencia y método de selección de los potenciales. 3.- Realiza cuadros sinópticos comparativos de las señales.	Lectura proporcionada por el docente. Pintarrón, plumones, proyector, computadora. Recursos TIC: uso de videos.	2 horas.
6	Analizar las características del Amplificador de instrumentación, calculando a partir de la configuración con tres amplificadores operacionales los	1.- Realiza un esquema de configuración de un amplificador de instrumentación apartir de tres amplificadores operacionales. 2.- Determinar los diferentes	Lectura proporcionada por el docente. Diseño de los esquemas eléctrico de un Amplificador de	2 horas

	diferentes voltajes presentes, para entender su funcionamiento en la adquisición de biopotenciales, de manera reflexiva y propositiva.	voltajes presentes en la configuración. 3.- Elaborar un análisis donde se determine los diferentes potenciales eléctricos del amplificador de instrumentación.	instrumentación. Recursos TIC: uso de videos. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	
UNIDAD III				
7	Examinar la posición de electrodos de las señales de Electroencefalografía (EEG), de acuerdo con la posición de colocación en el protocolo 10 – 20, para entender el número de electrodos y las formas de onda Alpha, beta, delta y theta, de forma reflexiva y dinámica.	1.- De acuerdo con el protocolo 10 – 20 el alumno identifica las zonas del cerebro. 2.- Realiza la enumeración de electrodos. 3.- Realiza un rompecabezas con la posición de electrodos para adquirir las señales de Alpha, beta, delta y theta.	Lectura y ejercicios proporcionados por el docente. Imágenes, figuras, ejemplos proporcionados por el docente para el diseño del rompecabezas. Recursos TIC: uso de videos. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	2 horas
8	Analizar las características de las señales que componen a un registro Electroencefalográfico (ECG), clasificando las cuatro principales ondas (alfa, beta, delta y theta), para interpretar las señales por su forma de onda, frecuencia, amplitud y condición del paciente, con una actitud colaborativa y organizada.	1.- Identifica las principales características de una señal de electroencefalografía (EEG). 2.- Escribe los parámetros de las cuatro principales ondas (alfa, beta, delta y theta) de EEG. 3.-Elabora por equipos una tabla donde agrupe las características en amplitud, frecuencia, condición del paciente y zona de colocación en el cerebro para la adquisición de las cuatro ondas de electroencefalografía.	Lectura proporcionada por el docente. Recursos TIC: uso de videos. Pintarrón, plumones, proyector, computadora.	3 horas.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar el funcionamiento de un amplificador de bioseñales, midiendo en configuraciones características de trabajo, para entender su funcionalidad en la adquisición de biopotenciales, con una actitud colaborativa, analítica y respetuosa.	1.- Realizar mediciones y configuraciones básicas con un amplificador operacional de bioseñales. 2.- Anotar los valores obtenidos y compararlos con la hoja de datos. 3.- Elabora un reporte con las mediciones obtenidas donde compares los parámetros obtenidos con la hoja de datos y un simulador eléctrico.	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Hoja de datos de los circuitos integrados.	2 horas.
2	Analizar el funcionamiento de un filtro activo pasa bajas Sallen Key, realizando una configuración y obteniendo la frecuencia de corte, para su utilización en la adquisición de biopotenciales y señales electrofisiológicas, de manera ordenada, reflexiva y propositiva.	1.- Armar un filtro pasa bajas tipo Butterworth en configuración Sallen Key. 2.- Encontrar la frecuencia de corte del filtro activo. 3.- Identifica y discute por equipo cómo funciona el filtro y su aplicación en la adquisición de señales.	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Hoja de datos de los circuitos integrados.	2 horas.
3	Examinar el funcionamiento de un filtro activo pasa altas Sallen Key, realizando una configuración y obteniendo la frecuencia de corte, para su utilización en la adquisición de biopotenciales y	1.- Armar un filtro pasa altas tipo Butterworth en configuración Sallen Key. 2.- Encontrar la frecuencia de corte del filtro activo. 3.- Identifica y discute por equipo	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro.	2 horas.

	señales electrofisiológicas, de manera ordenada, reflexiva y propositiva.	cómo funciona el filtro y su aplicación en la adquisición de señales.	Hoja de datos de los circuitos integrados.	
4	Analizar una señal de electromiografía (EMG), a través de un sistema de adquisición de señales eléctricas, para identificar la colocación de electrodos y la forma de onda del potencial, con una actitud respetuosa y colaborativa.	1.- Identifica la señal Electromiografía (EMG), adquiriendo los cambios por la contracción muscular. 2.- Colocación y manejo de un protocolo de adquisición de señales de EMG. 3.- Elabora un reporte donde se identifique los principales parámetros de la señal obtenida y se compare con la literatura.	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Equipo de adquisición de EMG (Biopac).	2 horas.
5	Analizar una señal de electroencefalográfica (EEG), a través de un sistema de adquisición de señales eléctricas, para identificar la colocación de electrodos y la forma de onda del potencial, con una actitud respetuosa y colaborativa.	1.- Identifica la señal Electroencefalografía (EEG), adquiriendo los cambios en una condición fisiológica de un paciente. 2.- Colocación y manejo de un protocolo de adquisición de señales de EEG. 3.- Elabora un reporte donde se identifique los principales parámetros de la señal obtenida y se compare con la literatura.	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Equipo de adquisición de EEG (Biopac).	2 horas.
6	Analizar una señal de electrocardiográfica (ECG), a través de un sistema de adquisición de señales eléctricas, para identificar la colocación de electrodos y la forma de onda del potencial, de manera reflexiva y propositiva.	1.- Identifica la señal Electrocardiográfica (ECG), adquiriendo los cambios en una condición fisiológica de un paciente. 2.- Colocación y manejo de un protocolo de adquisición de señales de ECG. 3.- Elabora un reporte donde se	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Equipo de adquisición de EEG (Biopac).	2 horas.

		identifique los principales parámetros de la señal obtenida y se compare con la literatura.		
7	Analizar una señal de electrooculografía (EOG), a través de un sistema de adquisición de señales eléctricas, para identificar la colocación de electrodos y la forma de onda del potencial, de manera reflexiva y propositiva.	1.- Identifica la señal Electrooculografíca (ECG), adquiriendo los cambios por el movimiento ocular en un paciente. 2.-Colocación y manejo de un protocolo de adquisición de señales de EOG. 3.- Elabora un reporte donde se identifique los principales parámetros de la señal obtenida y se compare con la literatura.	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Equipo de adquisición de EOG (Biopac).	2 horas
8	Diseñar un sistema electrónico de adquisición de un electromiograma (EMG), realizando una configuración básica de adquisición electrónica, para comprender el funcionamiento de un EMG, de forma analítica, ordenada y colaborativa.	1.-Diseña un sistema de filtros y adquisición, utilizando amplificadores de instrumentación. 2.-Diseño y armado de un Electromiograma (EMG) para la adquisición en un musculo y visualización analógica. 3.- Elabora un reporte donde se identifique los principales parámetros de la señal obtenida y se compare con la literatura.	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Diseño de un esquema básico de EMG.	6 horas
9	Diseñar un sistema electrónico de adquisición para obtener la onda Alpha de Electroencefalografía (EEG) realizando una configuración básica de adquisición electrónica, para comprender el funcionamiento de un EEG, de forma analítica, ordenada y colaborativa.	1.-Diseña un sistema de filtros y adquisición, utilizando amplificadores de instrumentación. 2.- Diseño y armado para la medición de una onda Alpha de Electroencefalografía (EEG) por los cambios en una condición de apaetura y cierre de los ojos de un paciente. 3.- Elabora un reporte donde se	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Diseño de un esquema básico de EEG.	6 horas

		identifique los principales parámetros de la señal obtenida y se compare con la literatura.		
10	Diseñar la adquisición de tres derivaciones de las señales de un Electrocardiograma (ECG) de 12 derivaciones, armando un arreglo electrónico para seleccionar la señal a observar, para comprender el diseño de un ECG funcional, con una actitud colaborativa y organizada.	1.-Diseña un sistema de filtros y adquisición, utilizando amplificadores de instrumentación. 2.- Se adquieren 3 derivaciones ECG (una bipolar, unipolar y precordial) de manera analógica y no simultánea. 3.- Elabora un reporte donde se identifique los principales parámetros de la señal obtenida y se compare con la literatura.	Lectura proporcionada por el docente. Osciloscopio, Generador de señales, multímetro. Diseño de un esquema básico de ECG de 12 derivaciones.	6 horas.

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente):
Mediante la exposición de forma ordenada y consistente, explica los fundamentos concernientes al funcionamiento de la bioinstrumentación. En sesiones de laboratorio y taller coordina diversas actividades con la participación de los alumnos, en los que incentiva la identificación y exploración de los conceptos básicos de los biopotenciales; siguiendo con dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios y análisis de las señales electrofisiológicas y biopotenciales, siendo el maestro un monitor y guía de estos. Por último, se recomienda los ejercicios de tarea en su modalidad individual.
Cuando se manejan conceptos nuevos en clase es conveniente que antes de finalizar esta se realice una mesa redonda o bien mesas de trabajo, donde los alumnos realicen una retroalimentación de la clase mediante la descripción de los conceptos y aplicación de estos.

Estrategia de aprendizaje (alumno):
A través del trabajo individual y por equipo, en sesiones de taller y laboratorio, el alumno aplica los conceptos, del origen de los biopotenciales, su adquisición y acondicionamiento eléctrico. Los reportes, resúmenes y trabajos elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas, que, en conjunto con un proceso investigativo, lo posibiliten a aplicar el pensamiento innovador y creativo orientado al diseño de dispositivos biomédicos.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

3 exámenes escritos…… 30%
- Tareas, ensayos……..…… 5%
- Prácticas de taller y laboratorio…… 40%
- Evidencia de desempeño (prototipo funcional en equipo)……..25%

Total……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Northrop, R. B. (2012). *Analysis and application of analog electronic circuits to biomedical instrumentation.* Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press. [clásica]

Tortora, G. and D., B. (2013) *Principios de Anatomía y Fisiología. Panamericana.* doi: 9786077743781. [clásica]

Webster J. (2010). *Medical Instrumentation: application and design* (4ª ed.). Estados Unidos: Ed. Wiley. [clásica]

Webb, A.G. (2018), *Principles of Biomedical Instrumentation*, Estados Unidos: Cambridge University Press.

Complementarias

Khandpur, R. S. (2005). *Biomedical instrumentation: technology and applications*. Estados Unidos: McGraw-Hill. [clásica]

Mukhopadhyay, S. C., y Lay-Ekuakille, A. (2010). *Advances in Biomedical Sensing, Measurements, Instrumentation and Systems*. Estados Unidos: Springer eBooks. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación de licenciatura en bioingeniería, bioelectrónica, instrumentación biomédica o afín al área del conocimiento a impartir. Preferentemente con maestría o doctorado o experiencia en un área afín. Actualización y capacitación constante en las áreas de interés relacionadas a esta unidad de aprendizaje. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, ser honesto y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Bioestadística

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Marco Antonio Reyna Carranza		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Juan Miguel Colores Vargas		Humberto Cervantes de Ávila	
Dora Luz Flores Gutiérrez		María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En esta unidad de aprendizaje el alumno interpretará datos provenientes de sistemas tecnológicos e informáticos mediante herramientas de probabilidad y estadística para tomar decisiones y resolver situaciones relacionadas con el diagnóstico y la prevención en el área de la salud.
La unidad de aprendizaje es obligatoria de la etapa disciplinaria y corresponde al área del conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño del programa de Bioingeniería, y apoya a las unidades de aprendizaje de instrumentación biomédica y bio-instrumentación que requieren del análisis de datos mediante herramientas estadísticas.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Interpretar datos derivados de los sistemas tecnológicos e informáticos de aplicación biomédica, utilizando las técnicas de tratamientos de datos, para coadyuvar en la búsqueda de soluciones que mejoren la detección, el diagnóstico y la prevención en el ámbito de la biología, la salud, industria y medio ambiente, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Realiza y presenta un análisis interpretativo de los datos emanados de un sistema tecnológico y/o informático de aplicación biomédica especificando la (s) técnica (s) y/o metodologías de tratamiento de datos utilizado (s) en un informe técnico.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Bioestadística

Competencia:
Analizar la importancia de la bioestadística, mediante la conceptualización y utilización de las herramientas de la bioestadística que permitan la organización y resumen de datos, para llegar a conclusiones de las características de un conjunto de elementos, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 1 horas

1.1 La bioestadística
1.2 Estadística univariada, bivariada y multivariada
1.3 Estadística descriptiva e inferencial
1.4 Importancia del lenguaje estadístico

UNIDAD II. Estudios en biomedicina

Competencia:

Contrastar los procedimientos, métodos y técnicas utilizados en los diseños de investigación biomédica, mediante el análisis de las características que los definen, para la selección de individuos, recolección de datos, análisis estadístico e interpretación de resultados, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración**: 1 horas

2.1 Población y muestra
2.2 Métodos de muestreo
2.3 Tipos de estudios
2.4 Estudios observacionales
2.5 Estudios experimentales

UNIDAD III. Estadística descriptiva

Competencia:
Calcular medidas descriptivas de muestras o poblaciones de datos biomédicos, mediante la aplicación de estadísticos de prueba, para organizar y procesar datos que faciliten el análisis e interpretación de los mismos, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración:** 2 horas

3.1 Concepto de estadística
3.2 Estadística descriptiva univariada
3.3 Tablas de frecuencias
3.4 Parámetros estadísticos de tendencia central, dispersión y posición
3.5 Estadística descriptiva bivariada
3.6 Riesgo relativo y razón de momios o razón de probabilidades (odds ratio)

UNIDAD IV. VARIABLES ALEATORIAS

Competencia:
Aplicar el concepto de variable aleatoria y la forma funcional de su distribución, para describir resultados de estudios experimentales u observacionales, que permitan el procesamiento e interpretación de datos con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración:** 1 horas

4.1 Conceptualización de variable
4.2 Tipos de variables
4.3 Funciones de distribución
4.4 Distribuciones de probabilidad (cualitativas)
4.5 Distribuciones de probabilidad (cuantitativas)

UNIDAD V. Estimadores de parámetros estadísticos poblacionales

Competencia:
Calcular la varianza de un conjunto de datos biomédicos asociados a cada fuente de variación, mediante el uso de fórmulas estadísticas y pruebas de hipótesis, para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos de un experimento, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración:** 1 hora

5.1 Concepto de estimador puntual
5.2 Estimación por intervalo de confianza (IC)
5.3 Cálculo de Intervalos de Confianza para la media, proporción y riesgo relativo

UNIDAD VI. Teoría estadística del contraste de hipótesis

Competencia:
Estimar el comportamiento de una población, a partir de los datos biomédicos de una muestra con la utilización de estadísticos de prueba y pruebas de hipótesis, para tomar decisiones sobre la misma, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración:** 3 horas

6.1 Hipótesis
- 6.1.1 Hipótesis nula y contrastada

6.2. Estrategia del contraste de hipótesis: Reglas de decisión
6.3. Errores de tipo I y II
6.4. Concepto de p
6.5. Potencia estadística
6.6. Contrastes bilaterales vs. unilaterales
6.7. Contrastes de hipótesis para variables cuantitativas
- 6.7.1. Tablas de contingencia.
- 6.7.2. Prueba de Chi cuadrado y prueba exacta de Fisher.
- 6.7.3. Datos apareados
- 6.7.4. Prueba de McNemar

6.8. Contrastes de hipótesis para variables cuantitativas
- 6.8.1. Prueba de t de student
- 6.8.2. Prueba de t de student para datos apareados
- 6.8.3. ANOVA de un factor

UNIDAD VII. Correlación y análisis de regresión

Competencia:
Interpretar modelos que describan la relación de dos o más variables aleatorias, mediante técnicas de regresión, para predecir o inferir el comportamiento de un conjunto de datos, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

7.1 Concepto de covarianza y correlación
- 7.1.1 Coeficiente de correlación de Pearson.

7.2 Pruebas de contraste de hipótesis
7.3 Concepto de análisis de regresión. Método de mínimos cuadrados.
7.4 Coeficiente de determinación
7.5 ANOVA en análisis de regresión
7.6 Regresión logística univariable
7.7 Análisis multivariante
- 7.7.1 Necesidad de los métodos multivariantes
- 7.7.2 Clasificación de los principales métodos
- 7.7.3 Regresión lineal múltiple (MLR)
- 7.7.4 Análisis de componentes principales (PCA)
- 7.7.5 ANOVA de dos factores
- 7.7.6 Análisis de conglomerados
- 7.7.7 Regresión logística multivariable

UNIDAD VIII. Estadística no paramétrica

Competencia:

Distinguir las aplicaciones de la estadística paramétrica y no paramétrica, según la forma funcional de la distribución de las variables aleatorias y con el apoyo de pruebas estadísticas no paramétricas, para mejorar la toma de decisiones o inferencias que se hagan a las poblaciones de estudio, con objetividad sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración:** 1 horas

8.1 Necesidad de la estadística no-paramétrica
    8.1.1 Detección de variables no-normales
8.2 Principales pruebas no paramétricas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar la importancia de la bioestadística, a partir de una investigación documental, para llegar a conclusiones sobre su aplicación y de la importancia del lenguaje bioestadístico, con objetividad y responsabilidad social.	Introducción a la Bioestadística 1.- El docente explica la importancia de la bioestadística. 2.- El alumno realiza un ensayo a partir de las lecturas, artículos consultados y videos sobre el concepto de la bioestadística y la importancia del lenguaje estadístico. 3.- El alumno entrega al docente el ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el concepto de la bioestadística.	2 horas
UNIDAD II				
2	Contrastar los procedimientos, métodos y técnicas bioestadísticas, a partir de una investigación documental, para diferenciar los tipos de estudios biomédicos, con objetividad y responsabilidad social.	Estudios en biomedicina 1.- El docente explica los distintos diseños de estudios biomédicos. 2.- El alumno realiza un ensayo a partir de las lecturas, artículos consultados y videos sobre los procedimientos, métodos y técnicas bioestadísticas que se utilizan en el diseño de estudios biomédicos. 3.- El alumno entrega al docente el ensayo con las siguientes características: título, fecha,	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el diseño de estudios biomédicos.	4 horas

		nombre, introducción, antecedentes, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD III				
3	Calcular las medidas descriptivas, el riesgo relativo y razón de momios, a partir de muestras o poblaciones de datos biomédicos, para facilitar la interpretación del análisis de los datos, con objetividad y responsabilidad social.	Estadística descriptiva 1.- El docente explica los conceptos de medidas descriptivas, riesgo relativo y razón de momios. 2.- El docente entrega una base de datos biomédicos al estudiante y explica como deberán ser procesados con algún software de análisis estadístico. 3.- El alumno realiza una investigación documental sobre las medidas descriptivas, riesgo relativo y razón de momios. 4.- El alumno calcula las medidas descriptivas procesando la base de datos biomédicos entregada por el docente, utilizando algún software de análisis estadístico. 5.- El alumno entrega al docente informe técnico con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el diseño de estudios biomédicos. Utilización de algún software de análisis estadístico como el NCSS.	3 horas
UNIDAD IV				
4	Aplicar el concepto de variable aleatoria y la forma funcional de su	Variables aleatorias 1.- El docente explica los	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre	2 horas

	distribución, a partir del procesamiento de una muestra de datos biomédicos, para describir estudios experimentales u observacionales, con objetividad y responsabilidad social.	conceptos de variables aleatorias, las formas funcionales de las variables aleatorias y los estudios experimentales y observacionales. 2.- El docente entrega una base de datos biomédicos al estudiante y explica como deberán ser procesados con algún software de análisis estadístico. 3.- El alumno realiza una investigación documental sobre variables aleatorias, sus formas funcionales y como se aplican estos conceptos en los estudios experimentales y observacionales. 4.- El alumno construye a forma funcional de la variable aleatoria procesando la base de datos biomédicos entregada por el docente, utilizando algún software de análisis estadístico. 5.- El alumno entrega al docente informe técnico con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	variables aleatorias y sus formas funcionales. Utilización de algún software de análisis estadístico como el NCSS.	
UNIDAD V				
5	Calcular la varianza de un conjunto de datos biomédicos, a partir de la estimación de estadísticos, para discernir entre distintos	Estimadores de parámetros estadísticos poblacionales. 1.- El docente explica el concepto de Varianza estadística.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el análisis de la varianza. Utilización de algún software de	3 horas

	tratamientos experimentales, con objetividad y responsabilidad social.	2.- El docente entrega una base de datos biomédicos al estudiante y explica como deberán ser procesados con algún software de análisis estadístico. 3.- El alumno realiza una investigación documental sobre la varianza estadística y como se asocia a las fuentes de variación. 4.- El alumno, utilizando un software de análisis estadístico y mediante pruebas de hipótesis estadísticas, analiza una base de datos biomédicos y determina diferencias estadísticas entre tratamientos experimentales. 5.- El alumno entrega al docente informe técnico con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	análisis estadístico como el NCSS.	
UNIDAD VI				
6	Estimar el comportamiento de una población, a partir del análisis de contraste de hipótesis estadístico de una muestra de datos biomédicos, para la toma de decisiones con certidumbre, con objetividad y responsabilidad social.	Teoría estadística del contraste de hipótesis 1.- El docente explica el concepto de estadísticos de prueba y contraste de hipótesis. 2.- El docente entrega una base de datos biomédicos al estudiante y explica como deberán ser procesados con algún software de análisis estadístico. 3.- El alumno realiza una	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el análisis de la varianza. Utilización de algún software de análisis estadístico como el NCSS.	6 horas

		investigación documental sobre el contraste de hipótesis estadísticas y sus aplicaciones. 4.- El alumno, utilizando un software de análisis estadístico, analiza una base de datos biomédicos extraída de una población, y aplicar el concepto de contraste de hipótesis. 5.- El alumno entrega al docente informe técnico con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD VII				
7	Interpretar modelos estadísticos de regresión simple y múltiple, a partir de la estimación de sus parámetros, para hacer predicciones o inferencias a poblaciones de estudio, con objetividad y responsabilidad social.	Correlación y análisis de regresión 1.- El docente explica el concepto de correlación y modelos de regresión, entrega una base de datos biomédicos al estudiante y explica como deberán ser procesados con algún software de análisis estadístico. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre correlación y modelos de regresión simple y múltiple. 3.- El alumno, utilizando un software de análisis estadístico, construye un modelo de regresión simple y múltiple, y describe la correlación entre las variables o	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el análisis de la varianza. Utilización de algún software de análisis estadístico como el NCSS.	6 horas

		conjunto de datos analizados. 4.- El alumno entrega al docente informe técnico con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD VIII				
8	Analizar los fundamentos de la estadística no paramétrica, su importancia, desarrollo y evolución, así como su aplicación en las áreas biomédicas, a partir de la forma funcional de la distribución de las variables aleatorias y pruebas estadísticas no paramétricas, para mejorar las inferencias a las poblaciones de estudio, con objetividad y responsabilidad social.	Estadística no paramétrica 1.- El docente explica el concepto de estadística no paramétrica, entrega una base de datos biomédicos al estudiante y explica como deberán ser procesados con algún software de análisis estadístico. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre estadística no paramétrica. 3.- El alumno, utilizando un software de análisis estadístico, realiza pruebas no paramétricas para la detección de variables no normales. 4.- El alumno entrega al docente informe técnico con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de los cálculos, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el análisis de la varianza. Utilización de algún software de análisis estadístico como el NCSS.	6 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El docente funge como guía facilitador del aprendizaje trabaja con una metodología de resolución de problemas, recomienda previamente las lecturas, explica la aplicación de las fórmulas y proporciona actividades para realizarse extra-clase que contribuyan a reafirmar el conocimiento de lo visto en clase. Revisa las tareas y realiza las observaciones pertinentes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Durante la clase el estudiante discute y expone dudas o comentarios en base al material de lectura proporcionado previamente. Resuelve problemas estadísticos y trabaja de manera individual o por pares. El estudiante entrega tareas durante el semestre que le serán devueltas con las observaciones pertinentes que permitan la retroalimentación y el avance en el aprendizaje de las unidades planteadas. Se promueve la participación, el análisis de resultados y toma de decisiones a los diferentes problemas planteados, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)……..…..…50 %
- Talleres……...15 %
- Tareas ……..…....10 %
- Evaluación permanente (participación en clases, responsabilidad, disciplina, respeto)……5 %
- Evidencia de desempeño.....20 %
  (Análisis interpretativo de los datos emanados de un sistema tecnológico y/o informático de aplicación biomédica)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Altman, D.G. (1991) *Practical statistics for medical research.* Londres: Chapman & Hall. [clásica]

Andrés, A.M., Luna del Castillo, J.D.D. (2004). *Bioestadística para las Ciencias de la salud*. Capitel Editores. [clásica]

De Levie, R. (2001). *How to Use Excel in Analytical Chemistry: and in General Scientific Data Analysis*. Reino Unido: Cambridge University Press. [clásica]

Hungler, P. (2000). *Investigación científica en ciencias de la salud* (6ª ed.). Estados Unidos: Mcgraw-Hill. [clásica]

Wayne, D. W. (2012) *Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud* (4ª ed.). México: Limusa Wiley. [clásica]

Complementarias

Álvarez Cáceres, R. (2007). *Estadística aplicada a las ciencias de la salud*. España: Ediciones Díaz de Santos. [clásica]

Argimon Pallas, J. M., y Jiménez Villa, J. (2000). *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. (2ª ed.). Madrid, España: Ediciones Harcourt. [clásica]

Armitage, P., y Berry, G. (1997). *Estadística para la investigación biomédica*. Barcelona, España: Doyma. [clásica]

Beth, D. S., y Trapp, R. G. (2000). *Bioestadística Médica*. México: Manual Moderno. [clásica]

Milton, J. S. (2001). *Estadística para biología y ciencias de la salud*. (3ª ed.). Madrid, España: McGraw Hill-Interamericana. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura deberá poseer grado de licenciatura, preferentemente posgrado en Probabilidad y Estadística o Carrera a fin a las ciencias de la salud y biológicas con conocimientos de probabilidad y estadística. Contar con experiencia frente a grupo de por lo menos un año y debe ser una persona responsable y proactiva en su labor docente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana, Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate, Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

2. **Programa Educativo:** Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería en Computación, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Energías Renovables, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, Ingeniería en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. **Plan de Estudios:** 2019-2

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Administración

5. **Clave**: 33552

6. **HC:** 00 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 00 **CR:** 03

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**	**Vo. Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)**	**Firma**
Homero Samaniego Aguilar		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Erika Beltrán Salomón		José Luis González Vázquez	
Rafael Eduardo Saavedra Leyva		Humberto Cervantes de Ávila	
Miguel Ángel Adame Monreal		María Cristina Castañón Bautista	
Guillermo Amaya Parra		Claudia Lizeth Márquez Martínez	

Fecha: 31 de agosto de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta asignatura tiene el propósito de facilitar al estudiante de ingeniería conocimientos teórico-prácticos para desarrollar el proceso administrativo y la gestión de recursos en el ámbito de ingeniería aplicada en el sector público o privado. Esta asignatura es importante para que el estudiante adquiera las bases de los fundamentos de la administración y desarrolle habilidades de análisis organizacional y le faciliten incorporarse y dirigir grupos de trabajo o departamentos en su ejercicio profesional.
Esta asignatura pertenece a la etapa disciplinaria con carácter obligatoria. Además, forma parte del área de Ciencias Económico Administrativas para los programas educativos de la DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar la estructura de una organización enfocada al ámbito de ingeniería, a través de la identificación del proceso administrativo, para la optimización de los recursos y toma de decisiones, con disposición al trabajo en equipo, responsabilidad y tolerancia.

V. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega el análisis de un proyecto de ingeniería de interés para el sector público o privado, que contenga la descripción de las etapas del proceso administrativo. Que incluya el diagnóstico situacional y la planeación de los recursos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Contenido: **Duración:**

1. Administración y empresa

1.1 Concepto de administración
1.1.1 Elementos del concepto
1.1.2 Características de la administración
1.1.3 Proceso administrativo
1.1.4 Criterios del proceso administrativo
1.1.5 Valores institucionales de la administración

1.2. Concepto de empresa
1.2.1 La empresa y la administración
1.2.2 La empresa contextualizada como un sistema
1.2.3 Funciones de la empresa
1.2.4 Clasificación de las empresas
1.2.5 Propósitos o valores institucionales
1.2.6 Áreas de actividad
1.2.7 Recursos

2. Proceso administrativo

2.1. Planeación
2.1.1 Importancia
2.1.2 Principios
2.1.3 Tipología
2.1.4 Tipos
2.1.5 Investigación
2.1.6 Matriz FODA
2.1.7 Misión y Visión
2.1.8 Propósitos y sus características
2.1.9 Objetivos y su clasificación
2.1.10 Estrategias y sus lineamientos
2.1.11 Políticas y su clasificación
2.1.12 Programas y su clasificación
2.1.13 Presupuestos y su clasificación

2.2 Organización
2.2.1 Importancia
2.2.2 Principios
2.2.3 Etapas
2.2.4 Tipología
2.2.5 Reorganización
2.2.6 Técnicas

2.3Dirección
2.3.1 Importancia
2.3.2 Principios
2.3.3 Etapas

2.4 Control
2.4.1 Importancia
2.4.2 Principios
2.4.3 Proceso
2.4.4 Implantación de un sistema de control
2.4.5 Características del control
2.4.6 Factores que comprenden el control
2.4.7 El control y su periodicidad
2.4.8 Control por áreas funcionales
2.4.9 Técnicas de control

3. Gestión del talento humano para PyMEs
3.1 Importancia del factor humano
3.1.1 Legislación aplicable
3.1.2 Descripción de puestos
3.1.3 Administración de sueldos y compensaciones
3.1.4 Proceso de reclutamiento, selección y contratación
3.1.5 Capacitación y desarrollo de personal
3.1.6 Sistema de evaluación del desempeño

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Identificar las características de la administración, a través de la investigación documental de sus fundamentos teóricos y metodológicos, para comprender los criterios implícitos dentro del proceso administrativo, con actitud crítica y analítica.	Revisa distintas fuentes documentales, en donde identifiques las características, conceptos, y teóricos de la administración. Realiza notas mesas de diálogo con los compañeros de grupo, en donde el docente fungirá como mediador.	-Computadora -Internet -Bibliografía -Cuaderno de taller	4 horas
2	Identificar las características y función de la administración y la empresa, mediante el estudio de sus definiciones conceptuales y teóricas, para reconocer su aplicación en el contexto empresarial, con actitud crítica y analítica.	Realiza una investigación de una empresa u organización e identificar las características de la misma y su clasificación. Entrega el informe técnico.	-Computadora -Internet -Bibliografía -Cuaderno de taller	4 horas
3	Analizar e interpretar los propósitos y características que tiene la *Planeación* dentro de una empresa, para conocer su función e importancia del proceso administrativo, a través de un enfoque teórico-práctico, con una actitud responsable, analítica y comprometida.	Realiza el análisis del proceso de *planeación* de una empresa comparte los resultados de tu análisis con el grupo. Enfatiza sus propósitos, objetivos, estrategias, programas, presupuestos y procedimientos. Entrega al docente trabajo escrito y comparte el trabajo con el grupo, mediante una exposición.	-Internet -Bibliografía -Hojas -Computadora -Proyector -Rubrica -Cuaderno de taller	10 horas

4	Analizar e interpretar la estructura organizacional, a través del organigrama, descripción de puestos, tabulador de sueldos y coordinación de recursos, para optimizar los recursos y facilitar el trabajo, con una actitud responsable, analítica y comprometida.	Realiza el análisis del proceso de *organización* dentro de la misma empresa seleccionada. Enfatiza la división del trabajo en organigrama, división del trabajo, descripción de puestos y tabulador de salarios. Entrega al docente el trabajo escrito y comparte con el grupo, mediante una exposición.	-Internet -Bibliografía -Hojas -Computadora -Proyector -Rubrica -Cuaderno de taller	6 horas
5	Analizar e interpretar los propósitos y características que tiene la *Dirección*, para asegurar eficiencia y eficacia dentro del proceso administrativo, a través de un enfoque teórico-práctico, con una actitud responsable, analítica y comprometida.	Realiza el análisis del proceso de *dirección* dentro de la misma empresa seleccionada. Enfatiza la toma de decisiones, comunicación, motivación, supervisión y liderazgo efectivo. Entrega al docente el trabajo escrito y comparte con el grupo, mediante una exposición.	-Internet -Bibliografía -Hojas -Computadora -Proyector -Rubrica -Cuaderno de taller	6 horas
6	Analizar e interpretar los propósitos y características que tiene el *Control* dentro de una empresa, para garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos, a través de un enfoque teórico-práctico, con una actitud responsable, analítica y comprometida.	Realiza el análisis del proceso de *Control* dentro de la misma empresa seleccionada. Enfatiza la medición y verificación de indicadores, estandarización, retroalimentación y la toma de decisiones. Entrega al docente el trabajo escrito y comparte con el grupo, mediante una exposición.	-Internet -Bibliografía -Hojas -Computadora -Proyector -Rubrica -Cuaderno de taller	6 horas
7	Identificar el desempeño del talento humano en una organización, mediante la revisión de los elementos y el proceso de reclutamiento,	Analiza el proceso de reclutamiento, selección, contratación de personal y evaluación de desempeño en una organización. Realiza un reporte	-Hojas -Bolígrafo -Rubrica	6 horas

	selección y capacitación, para conocer e interpretar las bases que sustentan este proceso, con empatía, objetividad, y respeto.	que contemple el proceso administrativo enfocado al recurso humano y comparte tu experiencia con el grupo. Características: Conocer lo práctico de la teoría dentro de un contexto real. Procedimiento: Elige y programa una visita a una empresa del municipio (de preferencia con la que se analizó el proceso administrativo) para observar y		
8	Describir la estructura de una organización enfocada al ámbito de ingeniería, a través de la aplicación del proceso administrativo, para diagnosticar la situación de la organización y la planeación de los recursos, con disposición al trabajo en equipo, responsabilidad y tolerancia.	Elabora y entrega el análisis de un proyecto de ingeniería de interés para el sector público o privado, que contenga la descripción de las etapas del proceso administrativo. Que incluya el diagnóstico situacional y la planeación de los recursos	-Hojas -Bolígrafo -Rubrica	6 Horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Presentarse ante el grupo: Aplicando la técnica de integración grupal explicando el objetivo y las instrucciones de la técnica, participando junto con el grupo y realizando la actividad de presentación entre los participantes. Preguntando y ajustando las expectativas de los participantes.
- Acordar reglas de operación durante las sesiones.
- Informar a los alumnos sobre la forma en que se evaluará su aprendizaje: Especificar el momento de aplicación, indicar los criterios que se utilizarán e instrumentos de evaluación a utilizar.
- Emplea técnicas expositivas
- Emplea mesas de discusión
- Entrega material bibliográfico (cuadernillo de trabajo)
- Asesora y retroalimenta las temáticas y actividades realizadas
- Promueve la participación activa de los estudiantes
- Presenta estudios de casos para ejemplificar las temáticas

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Análisis de materiales propuestos por el docente, `
- Investigación de literatura por vía electrónica
- Trabajo en forma colaborativa.
- Debate sobre los materiales impresos.
- Realiza exposiciones en clase.
- Elaboración de proyecto empresarial en forma escrita y/o electrónica
- Participa en las mesas de discusión
- Entrega reportes de los análisis realizados en las organizaciones elegidas

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

(2) Exámenes…….. 20%
Exposición en clase ……..……..……..…..20%
Puntualidad en entrega de tareas……..…...20%
Evidencia de desempeño.....40%
(Análisis de un proyecto de ingeniería
de interés para el sector público o
privado, que contenga la descripción
de las etapas del proceso administrativo.
Que incluya el diagnóstico situacional
y la planeación de los recursos
Total ……..…100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica

Münch, L. & García, J. (2015). *Fundamentos de Administración*. México: Trillas.

Münch, L. (2014). *Administración; gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo*. Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4460/Pages/BookDetail.aspx?b=1524

Robbins, S., y Coulter, M. (2010). *Administración*. Recuperado dehttps://libcon.rec.uabc.mx:4460/Pages/BookDetail.aspx?b=238**[Clásica]**

Lussier, R. (2018). *Management Fundamentals.* EUA: SAGE.

Complementaria

Benavides, P. R. (2014). *Administración (2a. ed.)*. Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4431

Chiavenato, I., y Villamizar , G. (2002). *Gestión del talento humano; el nuevo papel de los recursos humanos en las organizaciones*. Bogotá: McGraw-Hill.**[Clásica]**

Gray, C. F., & Larson, E. W. (2009). *Administración de proyectos (4a. ed.)*. Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4431 **[Clásica]**

Gutiérrez, K. M., & Molinares, G. A. (2018). *Recursos Humanos: Desarrollo organizacional como un proceso de cambio*. Recuperado de http://repositorio.unan.edu.ni/7830/1/18329.pdf

Thompson, A. A., Gamble, J. E., & Peteraf, M. A. (2012). *Administración estratégica: teoría y casos (18a. ed.)*. Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4431**[Clásica]**

.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El profesor de este curso debe contar con título de Licenciatura en Administración de Empresas o área afín, o alternativamente un ingeniero, de preferencia con posgrado en área económico-administrativa, de preferencia con experiencia laboral mínima de tres años en áreas administrativas, gestión y dirección de proyectos, de preferencia con experiencia docente mínima de tres años , debe ser responsable, respetuoso, promover la participación activa del alumno, tener habilidades en el manejo de las Tic`s.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. IDENTIFICATION INFORMATION

1. **Academic Unit**: Faculty of Engineering, Mexicali; Faculty of Chemical Sciences and Engineering, Tijuana; Faculty of Engineering and Business, Tecate; Faculty of Engineering, Architecture and Design, Ensenada and School of Sciences of Engineering and Technology, Valle de las Palmas.

2. **Study Program(s):** Aerospace Engineering, Civil Engineering, Electrical Engineering, Computer Engineering, Electronic Engineering, Renewable Energy Engineering, Mechatronics Engineering, Industrial Engineering, Mechanical Engineering, Chemical Engineering, Nanotechnology Engineering, Software Engineering and Bioengineering.

3. **Plan Duration:** 2019-2

4. **Name of Learning Unit:** Administration

5. **Code**: 33552

6. **HC:** 00 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 00 **CR:** 03

7. **Learning stage to which it belongs**: Disciplinary

8. **Character of Learning Unit**: Obligatory

9. **Requirements for enrollment in learning unit:** None

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

PUA Formulated by:
Homero Samaniego Aguilar
Erika Beltrán Salomón
Rafael Eduardo Saavedra Leyva
Miguel Ángel Adame Monreal
Guillermo Amaya Parra
Date: September 4, 2018

Signature

Approved by
Alejandro Mungaray Moctezuma
José Luis González Vázquez
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista
Claudia Lizeth Márquez Martínez

Signature

II. GENERAL PURPOSE OF THE COURSE

This subject has the purpose of providing the engineering student with theoretical-practical knowledge to develop the administrative process and resource management in the field of applied engineering in the public or private sector.
This subject is important so that the student acquires the foundations of the administration and develops skills of organizational analysis and facilitates them to incorporate and to direct work groups or departments in his professional exercise.
This subject belongs to the disciplinary stage with mandatory character. In addition, it is part of the Administrative Economic Sciences area for the educational programs of the Engineering DES.

III. COURSE COMPETENCIES

Analyze the structure of an organization focused on the field of engineering, through the identification of the administrative process, for the optimization of resources and decision making, with a willingness to work in teams, responsibility and tolerance.

IV. EVIDENCE OF PERFORMANCE

Prepares and delivers the analysis of an engineering project for interest to the public and private sector, which contains the description of the administrative process stages. That includes the situational diagnosis and the resources planning.

V. DEVELOPMENT BY UNITS

Content:

1. Administration and Company
1.1 Administration concept
    1.1.1 Concepts Elements
    1.1.2 Administration characteristics
    1.1.3 Administration Process
    1.1.4 Criteria of the Administrative Process
    1.1.5 Administration Institutional Values
1.2. Company concept
    1.2.1 The Company and the Administration
    1.2.2 The Company contextualized as a Company
    1.2.3 Company Functions
    1.2.4 Companies Classification
    1.2.5 Purposes or Institutional Values
    1.2.6 Activity Areas
    1.2.7 Resources
2. Administrative Process
2.1. Planning
    2.1.1 Importance
    2.1.2 Principles
    2.1.3 Typology
    2.1.4 Types
    2.1.5 Investigation
    2.1.6 FODA Matrix
    2.1.7 Mission and View
    2.1.8 Purposes and Characteristics
    2.1.9 Objectives and their classification
    2.1.10 Strategies and their Guidelines
    2.1.11 Politics and their classification
    2.1.12 Programs and their classification
    2.1.13 Budgets and their classification
2.2 Organization
    2.2.1 Importance
    2.2.2 Principles
    2.2.3 Stages

2.2.4 Typology
2.2.5 Reorganization
2.2.6 Techniques
2.3 Directive
2.3.1 Importance
2.3.2 Principles
2.3.3 Stages
2.4 Control
2.4.1 Importance
2.4.2 Principles
2.4.3 Process
2.4.4 Control System Implementation
2.4.5 Control Characteristics
2.4.6 Factors that are related with control
2.4.7 The control and its periodicity
2.4.8 Control by functional areas
2.4.9 Control Techniques
3. PyMEs for Human Talent Management
3.1 Human factor importance
3.1.1 Applicable Legislation
3.1.2 Job Description
3.1.3 Administration of salaries and compensations
3.1.4 Recruitment, Selection and Hiring Process
3.1.5 Training and Staff Development
3.1.6 Performance Evaluation System

VI. STRUCTURE OF PRACTICES				
Practice No.	**Proficiency**	**Description**	**Support materials**	**Time**
UNIT I				
1	Identify the characteristics of the administration, through documentary research of its theoretical and methodological foundations, to understand the implicit criteria within the administrative process, with a critical and analytical attitude.	Check different documentary sources and identify the characteristics, concepts, and theories of the administration. Make notes, dialogue tables with classmates where the teacher will act as mediator.	-Computer -Internet -Bibliography -workshop notebook	4 hours
2	Identify the characteristics and function of the administration and the company, through the study of their conceptual and theoretical definitions in order, to recognize their application in the business context, with a critical and analytical attitude.	Conduct an investigation of a company or organization and identify their characteristics and its classification. Delivery a technical report	-Computer -Internet -Bibliography -workshop notebook	4 hours
3	Analyze and interpret the purposes and characteristics of Planning within a company, to know its function and the importance of the administrative process, through a theoretical-practical approach, with a responsible analytical and committed attitude.	Perform the analysis of the planning process of a company and shares the results of your analysis with the group. Emphasizes its purposes, objectives, strategies, programs, budgets and procedures. Delivery a written work and share the work with the group through an exhibition.	-Internet -Bibliography -sheets -Computer -Projector -Rubric -workshop notebook	12 hours
4	Analyze and interpret the organizational structure, through the organization chart, job description, salary tabulator and resource coordination, to optimize	Performs the analysis of the organization process within the same selected company. Emphasizes the division of labor in the organizational chart, job	-Internet -Bibliography -sheets -Computer -Projector	6 hours

	resources and facilitate work, with a responsible, analytical and committed attitude.	descriptions and salary tabulator. Delivery a written work and share it with the group, through an exhibition.	-Rubric -workshop notebook	
5	Analyze and interpret the purposes and characteristics of the Directive, to ensure efficiency and effectiveness within the administrative process, through a theoretical-practical, approach with a responsible, analytical and committed attitude.	Performs the analysis of the management process within the same selected company. Emphasizes decision making, communication, motivation, supervision and effective leadership. Delivery a written work and share with the group through an exhibition.	-Internet -Bibliography -sheets -Computer -Projector -Rubric -Workshop notebook	6 hours
6	Analyze and interpret the purposes and characteristics that the Control has within a company, to guarantee the fulfillment of the established objectives, through a theoretical-practical approach, with a responsible, analytical and committed attitude.	Performs the analysis of the Control process within the same selected company. Emphasizes the measurement and verification of indicators, standardization, feedback and decision making. Delivery a written work and share it with the group through an exhibition.	-Internet -Bibliography -Sheets -Computer -Projector -Rubric -Workshop notebook	6 hours
7	Identify the performance of the human talent in an organization by reviewing the elements and the process of recruitment, selection and training, to know and interpret the bases that support this process, with empathy, objectivity, and respect.	Analyze the process of recruitment, selection, hiring of personnel and evaluation of performance in an organization. Make a report that includes the administrative process focused on human resources and share your experience with the group. Characteristics: Know the practicality of the theory within a real context. Procedure: Choose and schedule a visit to a company in the municipality (preferably one company which the administrative process was analyzed).	-Sheets -Pen -Rubric	6 hours

8	Describe the structure of an organization focused on the field of engineering, through the application of the administrative process in order, to diagnose the situation of the organization and the planning resources, with a disposition to team work, responsibility and tolerance.	Prepares and delivers the analysis of an engineering project of interest to the public or private sector which contains the description of the stages of the administrative process. That includes the situational diagnosis and the planning of the resources	-Sheets -Pen -Rubric	6 hours

VII. WORK METHOD

Framing: The first day of class the teacher must establish the work form, evaluation criteria, quality of academic work, rights and obligations teacher-student.

Teaching activities:
Employs exhibition techniques, use discussion tables, delivery of bibliographic material, advise and provide feedback on the topics and activities carried out, promotes the active participation of students, and present case studies to exemplify the themes.

Students activities:
Analysis of materials proposed by the teacher, literature research electronically, work collaboratively, discussion about printed materials, make exhibitions in class, preparation of business project in written and / or electronic form, participate in the discussion tables, delivery reports of the analyzes carried out in the chosen organizations.

VIII. EVALUATION CRITERIA

The evaluation will be carried out permanently during the development of the learning unit as follows:

Accreditation Criterion

- To be entitled to ordinary and extraordinary exam, the student must meet the attendance percentages established in the current School Statute.
- Scaled from 0 to 100, with a minimum approval of 60.

Evaluation Criterion

Exams (2)…….. 20%
Exhibition in class ……..……..……..…….. 20%
Punctuality in tasks delivery…….. 20%
Perfomance evidence..... 40%
(Analysis of an engineering project)

Total.....100%

IX. BIBLIOGRAPHY

Required	Suggested
Lussier, R. (2018). *Management Fundamentals.* United States: SAGE. Münch, L. & García, J. (2015). *Fundamentos de Administración*. México: Trillas. Münch, L. (2014). *Administración; gestión organizacional, enfoques y proceso administrativo*. Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4460/Pages/BookDetail.aspx?b=1524 Robbins, S., y Coulter, M. (2010). *Administración*. Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4460/Pages/BookDetail.aspx?b=238 [clásica]	Benavides, P. R. (2014). *Administración.* (2ª. ed.). Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4431 Chiavenato, I., y Villamizar, G. (2002). *Gestión del talento humano; el nuevo papel de los recursos humanos en las organizaciones*. Bogotá: McGraw-Hill. [clásica] Gray, C. F., & Larson, E. W. (2009). *Administración de proyectos (4ª. ed.)*. Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4431 [clásica] Gutiérrez, K. M., & Molinares, G. A. (2018). *Recursos Humanos: Desarrollo organizacional como un proceso de cambio*. Recuperado de http://repositorio.unan.edu.ni/7830/1/18329.pdf Thompson, A. A., Gamble, J. E., & Peteraf, M. A. (2012). *Administración estratégica: teoría y casos.* (18ª ed.). Recuperado de https://libcon.rec.uabc.mx:4431[Clásica]

IX. PROFESSOR PROFILE

The teacher of this course must have a Bachelor's degree in Business Administration, related area or alternatively an engineer, preferably with a postgraduate degree in economic-administrative area with at least three years of work experience in administrative areas, management and direction of projects with minimum teaching experience of three years, must be responsible, respectful, promote the active participation of the student, have skills in the TIC management.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Mejora Continua en Manufactura

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Alfonso Colio Aguilar	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	
Héctor Torrez Carranza	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En esta unidad de aprendizaje el alumno integrará bases epistemológicas de la biotecnología, así como las técnicas utilizadas en los métodos de mejora continua a procesos biotecnológicos para su aplicación en la industria de la salud humana, salud animal, agricultura y procesos industriales a partir del desarrollo, manufactura y comercialización de productos basados en la investigación biotecnológica avanzada.
En cuanto a sus características, es una Unidad de Aprendizaje que se imparte en la Etapa Disciplinaria del programa de Bioingeniería; es de carácter obligatorio; pertenece al área de conocimiento Ciencias Económico-Administrativas.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los fundamentos y bases teóricas de la biotecnología en los diferentes procesos industriales, a partir de la aplicación de principios de mejora continua, para proponer e implementar procesos y productos que garanticen por su calidad la seguridad del usuario, con una visión de negocios, actitud emprendedora, trabajo colaborativo y respeto al medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Portafolio de evidencias que incluya reportes de lecturas, los cuales deberán contener Introducción, Marco Conceptual: que describa la parte epistemológica. - etapas del proceso y Conclusión, además reportes técnicos que presenten en un informe escrito científico, el proceso y resultados de un proyecto que contemple estructuralmente: introducción, objetivo, antecedentes, pasos de desarrollo, resultados y conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Procesos productivos

Competencia:
Examinar la calidad, rendimiento y elementos regulatorios de los procesos de fabricación de biotecnología, mediante la integración de los resultados obtenidos en la implementación de las etapas de manufactura considerando materiales, métodos de limpieza y acabados de las superficies de los productos, para su aplicación en la industria, con disposición para el trabajo colegiado, con actitud objetiva y analítica.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Evolución de los procesos de fabricación
1.2. Materiales de ingeniería
1.3. Clasificación de los procesos de manufactura
1.4. Métodos de limpieza y acabado
1.5. Metalurgia de polvos
1.6. Etapas básicas en los procesos de manufactura de un producto
1.7. Ciclo de vida de un producto

UNIDAD II. Estudio de tiempos y métodos

Competencia:
Interpretar las técnicas y metodologías que permiten medir el desempeño de los productos biotecnológicos, mediante la toma de tiempos, balanceo y procesos que garanticen la seguridad del cliente, para proponer mejoras y diseño de nuevos procesos de fabricación en las áreas de salud humana, salud animal, agricultura y desarrollo industrial, con una actitud crítica, analítica, creativa, y con apego a procesos regulatorios.

Contenido: **Duración:** 2 horas

2.1. Seguridad Industrial
2.2. 5'S
2.3. Una pieza a la vez
2.4. Fabricación en serie
2.5. TKT
2.6. Balanceo de líneas
2.7. Toma de tiempos
2.8. Lista de Materiales
2.9. Instrucciones de trabajo
2.10. Costos de manufactura
2.11. TWI-JI (Técnicas de enseñanza)

UNIDAD III. Metodologías para mejorar el proceso

Competencia:
Maximizar el funcionamiento de las metodologías de solución de problemas, mediante la identificación de diferentes técnicas basadas en la reducción de productos “no conformantes”, para su posterior aplicación a la industria con una actitud objetiva, reflexiva, colaborativa y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1. Poka Yoke
3.2. GMP’s
3.3. ROI
3.4. Elaboración de IQ’s
3.5. Técnicas para la solución de problemas
    3.6.1. Pareto
    3.6.2. Ishikawa
    3.6.3. Tormenta de ideas
    3.6.4. 8D’s
3.7. 7 Tipos de desperdicio
3.8. Comparación de dos medias

UNIDAD IV. Mantenimiento industrial

Competencia:
Implementar métodos de mantenimiento a equipos biotecnológicos, a partir de procesos preventivos, retorno de la inversión, y sustitución de dados en un minuto, para lograr productos de fabricación esbelta con cero defectos orientados al desarrollo de la salud humana, salud animal, agricultura e industria, con disposición para el trabajo colaborativo, con actitud analítica, creativa y de respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1. TPM
4.2. OEE
4.3. SMED
4.4. Fiabilidad
4.5. Relación Hombre máquina

UNIDAD V. Desarrollo de un producto

Competencia:
Desarrollar un producto biotecnológico, a partir de la aplicación del Software Project Manager con base a procesos de planeación que concentre conocimientos obtenidos sobre métodos de fabricación, estudios de tiempos, metodologías de mejora y mantenimiento industrial, para desarrollar productos de salud humana, salud animal, agricultura e industriales con apego a regulaciones institucionales, disposición al trabajo en equipo y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1. Introducción al manejo del programa Project Manager
5.2. Definición el proyecto
5.3. Definición actividades del proyecto
5.4. Planeación de la producción y desarrollo del producto
5.5. Elaboración del producto de acuerdo al plan

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Examinar diferentes métodos de producción, a través de un juego dinámico interactivo, para diferenciar entre la producción en masa y una pieza a la vez, de manera colaborativa y creativa.	1. Descripción y apropiación de los métodos de trabajo a utilizar. 2. Realiza la diferenciación entre el método de producción en masa y el método de producción esbelta o una pieza a la vez a partir de comparar sus beneficios. 3. Desarrolla métodos de producción eficientes. 4. Expone los puntos de vista sobre la experiencia académica.	Juego de construcción K'nex, proyector, pizarrón y cronómetro.	8 horas
2	Construir los conceptos de la toma de tiempos, a través de la medición de los tiempos estándar de cada una de las operaciones que componen cualquier proceso, para mejorar los procesos productivos médicos, con actitud propositiva y analítica.	1. Descripción y apropiación de la técnica de toma de tiempos continuos o retroceso a cero en procesos productivos. 2. Realiza la toma de tiempos de las herramientas asignadas. 3. Presenta un estudio de tiempos que incluye el tiempo promedio y la desviación estándar.	Herramienta de desarmadores eléctricos desechables, válvulas de gas, proyector, pizarrón y cronómetro.	8 horas
3	Interpretar la metodología de elaboración de instrucciones de trabajo en productos médicos, mediante la descripción de cada una de las actividades del proceso, para mejorar los procesos productivos, con actitud propositiva y analítica.	1. Descripción y apropiación de las metodologías para elaborar instrucciones de trabajo 2. Redacta la descripción de un proceso productivo para la comprensión del operador. 3. Entrega de un manual que concentre las instrucciones de un proceso.	Computadora, internet, impresora, hojas, pizarrón, plumón y proyector.	6 horas
4	Deducir la metodología de la planeación de actividades, mediante la realización de un plan de trabajo que permita seguir un	1. Descripción y apropiación de la metodología de la planeación. 2. Organiza las fases de un proceso productivo con base a la	Proyector, computadora, internet, impresora, hojas, pizarrón, plumón, software y project manager.	6 horas

	plan de acción para su ejecución en tiempo y forma, para mejorar los procesos productivos, con actitud propositiva y analítica.	aplicación metodológica. 3. Aplica el software Project Manager y realiza su plan de trabajo con sus actividades para su portafolio de evidencias. 4. Ejecutar el plan de acción. 5. Desarrolla el producto. 6. Evalúa los resultados del desarrollo y presenta conclusiones.		
5	Instrumentar la metodología de la calificación del equipo médico que permite asegurar el funcionamiento de los equipos, con actitud propositiva y analítica.	1. Descripción y apropiación de la técnica para elaborar la calificación de la instalación del equipo. 2. Realiza lista de cotejo del equipo y sus componentes para garantizar la instalación correcta del equipo.	Computadora, internet, impresora, hojas, pizarrón, plumón y equipo diverso de bio laboratorio.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
En esta unidad de aprendizaje, el docente es un apoyo para el aprendizaje y emplea teorías constructivistas, conductistas, ingenieriles y científicas proporcionando información necesaria para que el alumno logre la integración de los diversos temas a tratar durante el desarrollo de la asignatura, recomienda lecturas previas a cada tema, asigna actividades extraclase individuales y por equipo para reafirmar el conocimiento. Revisa las tareas y avances de propuestas de proyectos realizando observaciones pertinentes para que exista una retroalimentación y un desarrollo adecuado de dichas propuestas.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El estudiante toma notas del material vistos en clase, analiza y expone dudas o puntos de vista basándose en los temas tratados. Trabaja de manera individual y en equipo para organizar y efectuar propuestas de proyectos. Adicionalmente, el estudiante realiza búsquedas de información complementaria a lo visto en clase y analiza aplicaciones prácticas de los temas tratados. Elabora un portafolio de desempeño y participa de una manera crítica, cooperativa y respetuosa durante todo el semestre.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Tareas……5%
- Evaluaciones parciales……..40%
- Evidencia de desempeño..... 55%
  (Portafolio de evidencias: reportes de lectura y reportes técnicos)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

AAMI. (2007). *Medical Devices-Application of risk To Medical Device*. Estados Unidos: Editorial Association for the Advancement of Medical Instrumentation [clásica]

Mario, M. (2015). *Seguridad e Higiene industrial*. Colombia: Alfaomega.

Niebel, B. (2014). *Ingeniería Industrial*. México: Alfaomega

Seiichi, N. (2016). *Introduction to Total Productive Maintenance.* Estados Unidos: Editorial Productivity Press

Shigeo Shingo. (2016). *Mistake Proofing*. Estados Unidos: Editorial Productivity Press

UNAM. (2010). *Apuntes de Administración de Operaciones*. Mexico: Editorial Talleres de Editores [clásica]

Complementarias

Edwin, M, (2010). *America's Hamburger Helper*. Estados Unidos: Editorial National Textbook [clásica]

Fred, E. (2017). *Motion and time Study for lean manufacturing*. Estados Unidos: Editorial Prentice Hall

Nikkan, K. (2014). *Poka-Yoke.* Colombia: Editorial Alfaomega

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería Industrial, Eléctrica o Mecánica, preferentemente con maestría o doctorado en Ciencias o Ingeniería. Indispensable experiencia profesional en el área de Médica en Calidad o Manufactura y como docente conocer procesos Biotecnológicos, experiencia en los dos ramos de por lo menos dos años. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado y con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana, Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate, Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Ingeniería Económica

5. Clave: 33556

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Disciplinaria

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Erika Beltrán Salomón	
Homero Samaniego Aguilar	
Guillermo Amaya Parra	
Miguel Ángel Adame Monreal	
Rafael Eduardo Saavedra Leyva	

Fecha: 12 de septiembre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
José Luis González Vázquez	
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	
Claudia Lizeth Márquez Martínez	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Introducir al alumno en los principios y criterios del análisis económico para la aplicación y evaluación de proyectos de inversión, a través de métodos que asistan en la toma de decisiones desde una perspectiva económica-financiera.

Esta asignatura es importante para la formación del estudiante ya que le permitirá desarrollar la capacidad de proponer o sugerir proyectos económicamente factibles dentro del ámbito profesional, consiente de la importancia del valor del dinero a través del tiempo, el riesgo y la incertidumbre que se presentan en este tipo de proyectos, y que por medio de la aplicación oportuna de los indicadores, criterios y herramientas financieras se defina de manera óptima la viabilidad de la inversión, favoreciendo su preparación integral y profesional. Además, forma parte del área de Ciencias Económico Administrativas para los programas educativos de la DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el aspecto económico de los proyectos de inversión enfocados al área de ingeniería, que permita determinar su viabilidad económica y sustentar la implementación de dicha inversión, así como ofrecer propuestas que faciliten la toma de decisiones, mediante la aplicación y uso de herramientas, indicadores financieros y comparaciones oportunas de los beneficios y costos generados durante el desarrollo del proyecto, con responsabilidad, pensamiento crítico y proactivo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega el análisis financiero y presenta un reporte técnico con la evaluación comparativa entre diversas alternativas de inversión y/o proveeduría sobre el cual se sustente la toma de decisiones. Debe estar integrado por los siguientes elementos: Capital, Ingresos, egresos, flujos netos de efectivo, tasa de interés, evaluación económica utilizando diferentes indicadores financieros, depreciación y análisis de riesgo.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. La toma de decisiones

Competencia:
Identificar conceptos generales de la ingeniería económica, a través del estudio de sus teorías, para comprender, el proceso de la toma de decisiones en la solución de problemas económicos, con actitud analítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1 Aspectos generales de la ingeniería económica
1.2 Proceso para la toma de decisiones

UNIDAD II. Interés y equivalencias

Competencia:

Determinar el análisis financiero del proyecto, con el uso de herramientas financieras, para realizar evaluaciones económicas, con actitud analítica y reflexiva

Contenido: **Duración:** 8 horas

2.1 Valor del dinero en el tiempo y el interés
2.2 La equivalencia, interés simple y compuesto
2.3 Flujo neto de efectivo (FNE)
2.3 Formulas y notación de factores de interés
2.4 Tablas de interés
2.5 Tasas de interés y periodicidad desconocidas
2.6 Tasas de interés nominales y efectivas

UNIDAD III. Criterios de evaluación de proyectos

Competencia:
Evaluar proyectos de inversión, para determinar su viabilidad económica y la toma de decisiones, a través de los distintos criterios de evaluación, con actitud analítica, con responsabilidad social, pensamiento crítico y analítico.

Contenido: **Duración:** 10 horas

3.1 Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR)
3.2 Valor presente neto (VPN)
3.3 Valor anual equivalente (VAE)
3.4 Tasa interna de rendimiento (TIR)
3.5 Análisis costo-beneficio (B/C)

UNIDAD IV. Sensibilidad y otros análisis económicos

Competencia:

Analizar la sensibilidad y el riesgo del proyecto, por medio de la recuperación de inversión y punto de equilibrio, con el fin de ejecutar el proyecto, con responsabilidad social, pensamiento crítico y analítico.

Contenido: **Duración:** 10 horas

4.1 Periodo de recuperación
4.2 Análisis de sensibilidad y de riesgo
4.3 Punto de equilibrio
4.4 Costos incrementales y diferenciales
4.5 Costos sumergidos
4.6 Modelos de depreciación e impuestos
4.4 Análisis de reposición

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD II				
1	Calcular equivalencias económicas en distintos periodos de tiempo, con el uso de herramientas financieras, para realizar evaluaciones económicas, con actitud analítica y reflexiva	Elabora y entrega en equipo el análisis financiero del proyecto en el cual se integré el reporte de: 1. El análisis del valor del dinero en el tiempo y la tasa de interés. 2. El análisis de la equivalencia, interés simple y compuesto 3. El análisis del flujo neto de efectivo (FNE) 4. El análisis de la inversión considerando: el valor del dinero a través del tiempo, los FNE, la información financiera disponible del proyecto, así como las restricciones o condicionantes que el proyecto implique; para esto considera el uso de fórmulas, tablas de interés, tasas de interés y periodicidad desconocidas, y/o las tasas de interés nominales y efectivas.	Computadora, calculadora financiera, hojas, lápices, borradores, pintarron, pizarrón, cañón, laptop, internet, software.	10 horas
UNIDAD III				
4	Calcular los valores, tasa de rendimiento y costo-beneficio, a través del análisis financiero, para determinar la viabilidad del proyecto, de manera ordenada,	Elabora y entrega en equipo el análisis de criterios de evaluación en el cual se integré el reporte de: 1.Tasa mínima atractiva de	Computadora, calculadora financiera, hojas, lápices, borradores, pintarron, pizarrón, cañón, laptop, internet, software.	10 horas

	colaborativa y honesta.	rendimiento (TMAR) 2. Valor presente neto (VPN) 3. Valor anual equivalente (VAE) 4.Tasa interna de rendimiento (TIR) 5. Análisis costo-beneficio (B/C)		
UNIDAD IV				
6	Calcular la recuperación de inversión y punto de equilibrio, por medio de fórmulas de análisis financiero, con el fin de determinar la sensibilidad y el riesgo del proyecto, de manera ordenada, colaborativa y honesta.	Elabora y entrega en equipo el análisis de la recuperación de inversión y punto de equilibrio en el cual se integré el reporte de: 1. Punto de equilibrio 2. Periodo de recuperación 3.Análisis de sensibilidad y de riesgo 4.Modelos de depreciación e impuestos 5.Análisis de reposición	Computadora, calculadora financiera, hojas, lápices, borradores, pintarron, pizarrón, cañón, laptop, internet, software.	12 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Emplea técnicas expositivas
- Emplea mesas de discusión
- Entrega material bibliográfico (cuadernillo de trabajo)
- Asesora y retroalimenta las temáticas y actividades realizadas
- Promueve la participación activa de los estudiantes
- Presenta estudios de casos para ejemplificar las temáticas

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Análisis de materiales propuestos por el docente, `
- Investigación de literatura por vía electrónica
- Trabajo en forma colaborativa.
- Debate sobre los materiales impresos.
- Realiza exposiciones en clase.
- Elaboración de proyecto
- Participa en las mesas de discusión
- Entrega reportes de los análisis realizados

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Exámenes…….. 30%
- Trabajos y tareas…….. 10%
- Participación……. 10%
- Evidencia de desempeño…… 50%
  (análisis financiero y presenta un reporte técnico con la evaluación comparativa entre diversas alternativas de inversión y/o proveeduría sobre el cual se sustente la toma de decisiones. Debe integrar los siguientes elementos dependiendo de la dimensión del análisis: activos fijos, inversión inicial, gastos fijos, depreciación, proyecciones físicas, ventas, estado de resultados flujo de efectivo, tasa interna de retorno, valor actual neto, relación beneficio costo, punto de equilibrio y balance general)

Total ……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Alvarado, V. (2014). *Ingeniería Económica: nuevo enfoque. Edición 1*. México:Grupo Editorial Patria.

Baca Urbina, Gabriel. (2015). *Ingeniería económica. Edición 6.* México: McGraw Hill.

Blank, L., y Tarquin, A. (2018). *Engineering economy. Edición 8.* USA: McGraw Hill.

Sullivan William, G. (2004). *Ingeniería Económica de Degarmo. Edición 1.* USA: Prentice Hall. [clásica]

Complementarias

Grant, E. (2009). *Principios de la ingeniería económica. México: Editorial CECSA*. [clásica]

Izar, J M. (2016). *Ingeniería Económica y Financiera. Edición 2*. México: Editorial Trillas.

Park, C. (2009). *Fundamentos de Ingeniería Económica. Edición 2.* México: Pearson. [clásica]

Vidaurri. H. M. (2013). Ingeniería Económica Básica. Edición 1. USA: Cengage Learning.

Microsoft. (sf). *Funciones financieras (referencia)*. Recuperado de: https://support.office.com/es-es/article/funciones-financieras-referencia-5658d81e-6035-4f24-89c1-fbf124c2b1d8

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer una Licenciatura en Administración de Empresas, Contabilidad, área afín o Ingeniería con enfoque financiero, de preferencia con posgrado en área económico-administrativo.

Experiencia preferentemente de tres años en el área profesional y/o en docencia, en ambos casos con conocimiento comprobable en el área de desarrollo y evaluación de proyectos de inversión, así como análisis de sensibilidad y riesgo donde haya aplicado metodologías, técnicas e indicadores económicos para la toma de decisiones. Se espera que haya participado en la formación y desarrollo de actividades de emprendimiento, además, que cuente preferentemente con cursos de formación docente durante el último año.

El profesor debe ser respetuoso, responsable, proactivo, innovador, analítico, con capacidad de plantear soluciones metódicas a un problema dado y con interés en la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DEFORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **UnidadAcadémica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **ProgramaEducativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Procesos Biotecnológicos

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Biología Molecular

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Priscy Alfredo Luque Morales.		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez.		Humberto Cervantes de Ávila	
Dante Alberto Magdaleno Moncayo.		María Cristina Castañón Bautista	
Aseneth Herrera Martínez.			
Luis Jesús Villarreal Gómez			
Fecha: 30 de octubre de 2018			

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En esta unidad de aprendizaje el alumno integrará los fundamentos y bases de la biotecnología así como las técnicas utilizadas al control de procesos biotecnológicos para su aplicación en la industria considerando las áreas de la bioingeniería (química, bioquímica, transferencia de masa y calor en biosistemas, biomateriales, microbiología industrial y biología molecular) involucradas en los avances biotecnológicos. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal con carácter obligatorio y corresponde al área de Ingeniería Aplicada y Diseño, representa la cimentación para el diseño y escalamiento de procesos biotecnológicos importantes en la formación profesional del bioingeniero.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proponer y establecer el escalamiento de bioprocesos así como las estrategias orientadas a la prevención y disminución del deterioro ambiental, aplicando fundamentos, procedimientos y técnicas biotecnológicas para mejorar la producción y competitividad del sector biomédico, agrícola e industrial, con actitud emprendedora, empatía, solidaridad y compromiso social.

IV. EVIDENCIA(S) DEDESEMPEÑO

Realiza y entrega un prototipo de biorreactor donde integra elementos básicos de un fermentador, describe los procesos celulares y técnicas de bioseparación empleadas en la obtención y purificación de metabolitos producidos en el biorreactor, además describe el tipo de biosensor a utilizar dentro del proceso. Entrega por escrito y presenta ante el grupo.

V. DESARROLLOPORUNIDADES

UNIDAD I. Biotecnología y metabolismo celular

Competencia:

Identificar los fundamentos básicos de la Biotecnología, mediante el análisis de su perspectiva histórica y sus componentes, para comprender los alcances e importancia de los Procesos Biotecnológicos en la industria y la vida cotidiana con una actitud crítica, analítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 Introducción a la biotecnología.
- 1.1.1 Breve historia de la biotecnología (antecedentes históricos).
- 1.1.2 Concepto de biotecnología moderna y procesos biotecnológicos.
- 1.1.3 Clasificación de biotecnología (por colores).
  - 1.1.3.1 Biotecnología blanca.
- 1.1.3.2. Biotecnología roja.
- 1.1.3.3. Biotecnología gris.
- 1.1.3.4. Biotecnología verde.
- 1.1.3.5. Biotecnología azul.

1.2 Metabolismo celular.

1.2.1 Diversidad de organismos.

1.2.2 Vías metabólicas: generalidades.

1.2.3 Cultivo de células.
- 1.2.3.1 Requerimientos nutricionales elementales.
- 1.2.3.2 Definición de cultivo axénico y cultivo mixto.
- 1.2.3.3 Crecimiento microbiano.
- 1.2.3.4 Crecimiento diáuxico.

1.2.4 Fermentación, tipos de fermentación y cinéticas de fermentación.
- 1.2.4.1 Definición de fermentación y glicólisis.

1.2.4.2 Estequimetría de reacciones por microorganimos y rendimientos.

UNIDAD II. Biorreactores

Competencia:
Identificar los diferentes biorreactores según su funcionamiento y aplicación en la industria, mediante la revisión de sus características físicas, operacionales y biológicas, para el diseño de un prototipo, con una actitud objetiva, disposición al trabajo en equipo y respeto al medio ambiente.

Contenido: Duración: 8 horas

2.1 Biorreactores (fermentador).
- 2.1.1 Definición de fermentador.
- 2.1.2 Clasificación de biorreactores.
- 2.1.3 Elementos o componentes de un biorreactor.
  - 2.1.3.1 Agitación y tipos de agitador.
- 2.1.4 Características y usos de los diferentes biorreactores.

2.2 Tipos de fermentación.

UNIDAD III. Estrategias de bioseparación

Competencia:
Integrar procesos de separación y purificación utilizados en la industria biotecnológica, mediante el análisis de las diferentes etapas de bioseparación y la relación de éstas con los procesos de fermentación y su control de calidad, para hacer propuestas innovadoras en el campo de los bioprocesos y la producción de nuevos materiales, con una actitud crítica, responsable y de trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1 Concepto de procesos de bioseparación.
3.2 Procesos de bioseparación y purificación.
3.2.1 Sedimentación, centrifugación y filtración.
3.2.2 Separación por membranas.
3.2.3 Precipitación, cristalización y extracción.
3.2.4 Cromatografía.
3.2.4.1 Definición y tipos de cromatografía.
3.2.4.2 Funcionamiento de un cromatógrafo.
3.2.4.3 Fase móvil y fija.
3.2.4.4 Columnas de cromatografía.
3.2.5 Espectrometría de masas.
3.2.5 Nuevos métodos y tecnologías de bioseparación.

UNIDAD IV. Tecnología del ADN, bioingeniería de enzimas, producción de biocatalizadores y biosensores

Competencia:

Analizar las técnicas moleculares actuales, para valorar su aplicación en el diseño y construcción de biodispositivos, mediante el estudio de sus características y aplicaciones en procesos biotecnológicos, con una actitud crítica e innovadora.

Contenido: **Duración:** 10 horas

4.1 El ADN y su importancia en la biotecnología.
- 4.1.1 El dogma central de la biología molecular.
- 4.1.2 El ADN recombinante y su importancia en la industria.
- 4.1.3 Análisis de secuencias de ADN y aminoácidos.
- 4.1.4 Evolución in vitro y su importancia en la industria.

4.2 Las enzimas y su importancia.
- 4.2.1 Definición de enzima y su clasificación.
- 4.2.2 Cinéticas enzimáticas.
- 4.2.3 Aplicaciones en la industria.
- 4.2.4 Inmovilización de enzimas.
- 4.2.5 Biorreactores de enzimas inmovilizadas.

4.3 Biosensores.
- 4.3.1 Definición.
- 4.3.2 Elementos de un biosensor.

4.4 Diferentes clasificaciones de un biosensor.
- 4.4.1 Biosensores enzimáticos.
- 4.4.2 Biosensores de célula completa.
- 4.4.3 Genosensores.
- 4.4.4 Inmunosensores.

4.5 Aplicaciones de los biosensores.

4.6 Ventajas y desventajas de los biosensores.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. dePráctica	**Competencia**	**Descripción**	**Materialde Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar el crecimiento microbiano, a través del uso de diferentes fuentes de carbono, para identificar las concentraciones adecuadas de nutrientes, con una actitud analítica y reflexiva.	Determina la relación entre tipo de fuente de carbono y crecimiento celular. Calcula la cantidad adecuada de fuente de carbono. Entrega un reporte donde discute los resultados obtenidos.	Incubadora con agitación, autoclave, componentes de medios de cultivo, matraces, centrífuga, balanza analítica.	6 horas
UNIDAD II				
2	Diseñar un prototipo de biorreactor, utilizando materiales reciclados, para entender el funcionamiento y aplicación del mismo, con una actitud creativa y de cuidado al medio ambiente.	Observa un biorreactor comercial e identifica sus componentes y elabora un modelo físico que le permita comprender el funcionamiento del mismo.	Biorreactor, materiales reciclados.	5 horas
UNIDAD III				
3	Analizar diferentes procesos de bioseparación y purificación, mediante la elaboración de tablas comparativas sobre el funcionamiento de los equipos, para evaluar su aplicación en el diseño de un biorreactor, con una actitud crítica, y trabajo en equipo.	Busqueda bibliografica de los equipos utilizados en los procesod e bioseparacion yb purificacion.Elabora tabalas comparativas con la información.	Computadora, base de datos, internet, visita a laboratorios (opcional).	6 horas
4	Diseñar un prototipo de biosensor	Busca y analiza la información existente sobre biosensores para	Base de datos, internet, patentes, modelos de utilidad, computadora.	6 horas

	mediante la integración de sus componente, para establecer la importancia de cada uno de estos, con una actitud analítica e innovadora.	diseñar un prototipo. Elabora un informe técnico en donde indique las características de su prototipo (componentes, material biológico, tamaño, análisis de costos).		
5	Procesar datos de cromatografía para determinar tiempos de retención, factores de elución,y espectros de elución, mediante la aplicación de formulas y fundamentos teóricos, con una actitud analítica y colaborativa.	Analiza y procesa datos proporcionados por el facilitador para establecer los tiempos de retención, factores de elución,y espectros de elución.Entrega un reporte con los resultados.	Hoja de datos, calculadora, formulario, cuaderno.	5 horas
UNIDAD IV				
	Analizar casos tipo en donde se aplique bioingeniería de enzimas y biosensores, para identificar los bioprocesos en donde se requieren, mediante reportes técnicos e informes industriales, con una actitud analítica y de respeto al medio ambiente.	Analiza reportes técnicos e informes industriales en los cuales identifica los bioprocesos en donde se requiere el uso de bioingeniería de enzimas y biosensores. Con la información realiza un cuadro sinóptico o tabla comparativa y la discute con sus compañeros.	Reportes técnicos, informes industriales, computadora, internet.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

En esta unidad de aprendizaje, el docente es un apoyo para el aprendizaje y emplea teorías constructivistas, conductistas, ingenieriles y científicas proporcionando información necesaria para que el alumno logre la integración de los diversos temas a tratar durante el desarrollo de la materia, recomienda lecturas previas a cada tema, asigna actividades extraclase individuales y por equipo para reafirmar el conocimiento. Revisa las tareas y avances de propuestas de proyectos realizando observaciones pertinentes para que exista una retroalimentación y un desarrollo adecuado de dichas propuestas.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

El estudiante toma notas del material vistos en clase, analiza y expone dudas o puntos de vista basándose en los temas tratados. Trabaja de manera individual y en equipo para organizar y efectuar propuestas de proyectos. Adicionalmente, el estudiante realiza búsquedas de información complementaria a lo visto en clase y analiza aplicaciones prácticas de los temas tratados.
Elabora un portafolio de desempeño dividido en tres partes, la primera debe incluir un glosario de términos relacionados con los Procesos Biotecnológicos y sus aplicaciones, la segunda sección incluirá tareas, ejercicios y el material bibliográfico, artículos científicos de apoyo colectados durante el desarrollo del curso y la tercer parte del portafolio será una propuesta de proyecto biotecnológico para la producción de un biomaterial o biocatalizador en un biorreactor y/o la generación de un biosensor con una visión de negocios, actitud emprendedora y respeto por la naturaleza y el medio ambiente.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Tres exámenes parciales escritos…….... .45 %
Evidencia de desempeño…….....…... 35 %
(Prototipo de biorreactor donde integra elementos básicos de un fermentador, describe los procesos celulares y técnicas de bioseparación empleadas en la obtención y purificación de metabolitos producidos en el biorreactor, además describe el tipo de biosensor a utilizar dentro del proceso. Entrega por escrito y presenta ante el grupo)

Tareas, participaciones en clase……..... …20 %
Total ……100 %

Criterios para aprobar el curso:

Trabajo en equipo:

1) Elaboración de un prototipo de biorreactor con material reciclable, dos exposiciones (la primera de un artículo científico sobre aplicación de procesos biotecnológicos utilizados para la elaboración de productos biotecnológicos y otra –trabajo final- sobre una propuesta de proyecto para la producción de biocatalizadores y/o biomateriales).
2) Armado de un biosensor y validación de su funcionamiento en un proceso de fermentación.

Portafolio de evidencia de desempeño dividido en tres partes, la primera debe incluir un glosario de al menos 50 términos relacionados con la biotecnología y sus procesos, la segunda sección incluirá el material bibliográfico colectado para la elaboración del prototipo de biorreactor, la exposición oral y la literatura utilizada para la elaboración de una propuesta de proyecto y la tercer parte del portafolio será una propuesta de proyecto biotecnológico para la producción de biocatalizadores y/o biomateriales, en donde el estudiante demuestre la aplicación de los conocimientos adquiridos en la presente unidad de aprendizaje con una visión de negocios, una actitud emprendedora y respeto por la naturaleza.

IX. REFERENCIAS

Básicas

Harrison R. G. (2003) *Bioseparations Science and Engineering*. Reino Unido: Oxford University Press.

Ladisch, M. R. (2001). *Bioseparations engineering: Principles, practice, and economics*. New York, Estados Unidos: Wiley.

Liong, M.T. (2011). *Bioprocess sciences and technology*. Hauppauge. Nueva York, Estados Unidos: Nova Science Publishers.

Liu, S. (2017). *Bioprocess engineering: Kinetics, sustainability, and reactor design*. Estados Unidos: Elsevier

Mosier N. S. and Ladisch M. R. (2009). *Modern Biotechnology: Conecting Innovations in Microbiology and Biochemistry to Engineering Fundamentals*. New York, Estados Unidos: Wiley.

Nielsen, J. H., Villadsen, J., y Lidén, G. (2003). *Bioreaction engineering principles*. New York, Estados Unidos: Kluwer Academic/Plenum.

Complementarias

Bolívar Zapata, F.G. (2007). *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*. 2da. Edición. México: El Colegio Nacional

Posten, C. (2018). *Integrated Bioprocess Engineering*. Estados Unidos: De Gruyter.

Ratledge, C., y Kristiansen, B. (2006). *Basic biotechnology. Cambridge.* Reino Unido: CambridgeUniversity Press.

Simpson, R. (2016). *Chemical and bioprocess engineering*. Place of publication notidentified. New York, Estados Unidos: Springer-Verlag.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente debe tener el grado de Licenciatura o Ingeniería en el área de ciencias exactas, preferentemente contar con un Posgrado afín a la unidad de aprendizaje. Tener la habilidad para guiar a los estudiantes a la comprensión de los conceptos del curso, que lleve a las potenciales aplicaciones. Tener conocimiento de paqueterías y aplicaciones actuales que sirvan de apoyo en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biotecnología Ambiental

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Aseneth Herrera Martínez	
Fernando Amílcar Solís Domínguez	
Priscy Alfredo Luque Morales	

Fecha: 31 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. CRISTINA CASTAÑON B.

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En esta unidad de aprendizaje, el alumno aprenderá a aplicar técnicas de biotecnología ambiental para resolver problemas de contaminación y reutilizar desechos de las diferentes industrias.
La unidad de aprendizaje es obligatoria de la etapa terminal y corresponde al área del conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño del programa educativo de Bioingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proponer e implementar medidas orientadas a la solución de problemas ambientales, mediante la integración de los principios de la ciencia y tecnología, para impulsar el uso de bioprocesos de bajo impacto ambiental, con actitud innovadora, profesionalismo y respeto al medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Proyecto final en el que se proponga una solución biotecnológica a un problema ambiental a nivel local, regional o nacional. El proyecto deberá incluir el marco teórico, antecedentes, hipótesis, objetivo, metodología, referencias bibliográficas y un análisis de costos.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fuentes de deterioro ambiental y degradación de ecosistemas

Competencia:
Identificar fuentes de contaminación industrial y tipos de contaminantes para la búsqueda soluciones particulares que permitan la mitigación y/o biorremediación mediante la búsqueda en las Normas Oficiales de las sustancias contaminantes que tienen mayor impacto en los ecosistemas terrestres y marinos, con actitud propositiva y respeto a su entorno.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1. Biotecnología ambiental
    1.1. Desastres ecológicos
    1.2.Fuentes de deterioro ambiental
    1.3.Tipos de contaminación ambiental
        1.3.1. Contaminación física
        1.3.2. Contaminación química
        1.3.3. Contaminación biológica
    1.4. Fuentes de contaminación en México
    1.5. Riesgos de contaminantes físicos, químicos y biológicos
    1.6. Degradación de ecosistemas terrestres
    1.7. Control de desechos
        1.7.1. Producción de biogas
        1.7.2. Producción de bioetanol
        1.7.3. Producción de biodiesel

UNIDAD II. Contaminantes en efluentes industriales

Competencia:
Analizar el proceso de tratamiento de efluentes industriales mediante el conocimiento de la operación de plantas de tratamientos de aguas residuales, para evaluar la implementación de técnicas de biología ambiental con objetividad, sentido crítico y respeto a su entorno.

Contenido: **Duración:** 10 horas

2. Contaminantes en efluentes industriales
   - 2.1. Conceptos básicos: eutrofización; xenobiótico; bioacumulación; biotransformación; biomagnificación; recalcitrancia
   - 2.2. Control de contaminantes
   - 2.3. Tratamiento de efluentes industriales:
     - 2.3.1. Características de los efluentes industriales
     - 2.3.2. Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales
       - 2.3.2.1. Tratamiento primario, secundario y terciario de las aguas residuales.
     - 2.3.3. Proceso de lodos activados
     - 2.3.4. Filtros percoladores
     - 2.3.5. Lagunas de oxidación
     - 2.3.6. Humedales
   - 2.4. Análisis para valorar el contenido de materia orgánica en aguas residuales
     - 2.4.1. Estimación de la demanda bioquímica de oxígeno
     - 2.4.2. Demanda química de oxígeno
     - 2.4.3. Carbono orgánico total

UNIDAD III. Biorremediación

Competencia:
Diferenciar los tipos de tecnologías de biorremediación, para tomar decisiones en su aplicación en función del tipo de contaminante, concentración y condiciones ambientales en la que se encuentra, mediante el análisis de las características y particularidades de cada técnica, con objetividad, sentido crítico y respeto a su entorno.

Contenido: **Duración:** 10 horas

3. Biorremediación
- 3.1. Estructura y toxicidad de contaminantes: hidrocarburos (alifáticos, alicíclicos, aromáticos), pesticidas, dioxinas y PCBs, contaminantes emergentes (disruptores hormonales)
- 3.2. Importancia de los microorganismos y enzimas en la biodegradación y mineralización de contaminantes
- 3.3. Factores que afectan la biodegradación de contaminantes
- 3.4. Técnicas de biorremediación
  - 3.4.1. Biorremediación in situ: bioventeo; bioburbujeo; fitorremediación; bioaumentación; bioestimulación; fitorremediación
  - 3.4.2. Biorremediación ex situ: biorreactores; compostaje; vermicompostaje; biopilas
- 3.5. Transformación enzimática de metales y metaloides
- 3.6. Microorganismos modificados genéticamente en la degradación de contaminantes

UNIDAD IV. Detección de contaminantes

Competencia:
Seleccionar la técnica de detección de contaminantes más adecuada, para la identificación y cuantificación de contaminantes, mediante el análisis de las técnicas analíticas y moleculares, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4. Detección de contaminantes
   - 4.1. Técnicas analíticas más comunes en la detección de contaminantes
     - 4.1.1. Cromatografía líquida de alta resolución
     - 4.1.2. Cromatografía de gases
     - 4.1.3. Espectrofotometría de absorción atómica y espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo
   - 4.2. Biosensores
     - 4.2.1. Técnicas moleculares para identificar efectos de contaminantes en seres vivos
   - 4.3. Biotecnología ambiental integrada.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Analizar los efectos de los contaminantes en los seres vivos, para tener una perspectiva de las problemáticas ambientales, mediante la identificación de los riesgos y los efectos relacionados con la presencia de los contaminantes en los ecosistemas, con un sentido critico y objetivo.	Analiza un documental o un reporte técnico, se discutirá y elaborará un resumen en donde se resalten los contaminantes mencionados y los efectos nocivos de estos.	Material audiovisual (Por ejemplo: *Homo toxicus*), base de datos, reporte técnico, proyector (opcional), computadora.	3 horas
2	Evaluar los efectos y repercusiones de las diferentes sustancias químicas generadas por las industrias, para determinar su peligrosidad en relación con su naturaleza química, mediante la revisión en bases de datos y hojas de seguridad, con una actitud analítica y propositiva.	Genera un reporte técnico de algunas de las sustancias químicas identificadas.	Base de datos, Normas Oficiales, computadora, internet.	3 horas
3	Definir las aplicaciones biotecnológicas viables para la mitigación de las problemáticas ambientales, mediante el análisis de casos tipo, con sentido crítico y de respeto al medio ambiente.	Realiza una búsqueda bibliográfica para identificar casos típicos en donde se identifique una problemática ambiental y se proponga una aplicación biotecnológica.	Base de datos, computadora, internet.	3 horas
4	Analizar los diferentes biocombustibles para conocer las diferencias y semejanzas entre estos para identificar la pretinencia de su uso y producción con una actitud innovadora y de respeto al medio ambiente.	Elabora de un cuadro comparativo en donde incluya: técnicas de producción, microorganismos o biocatalizadores utilizados, usuarios potenciales, rendimiento.	Artículos científicos, reportes técnicos y libros.	3 horas
UNIDAD II				

5	Evaluar las alternativas de tratamiento de agua residual, mediante el análisis de las técnicas biotecnológicas y químicas existentes, para su reutilización y aprovechamiento con una actitud innovadora y responsabilidad social.	Analiza de las técnicas biotecnológicas y químicas existentes y elaboración de un reporte técnico.	Artículos científicos, reportes técnicos y libros.	3 horas
6	Identificar las características de las aguas grises, para definir técnicas de biorremediación aplicables, mediante el análisis de los componentes químicos, con sentido crítico y actitud proactiva.	Realiza un cuadro sinóptico en donde se describan las características de los componentes químicos.	Bases de datos, reportes técnicos, Normas Oficiales, computadora.	3 horas
7	Establecer los parámetros de funcionamiento, diseño y construcción de un humedal, para evaluar su uso en los procesos de biorremediación, mediante el análisis de humedales tipo reportados en bibliografía, con una actitud analítica y objetiva.	Realiza un cuadro sinóptico en donde se incluyan todas las características y propiedades de un humedal. Propone las características de un humedal que sea funcional en Baja California.	Bases de datos, reportes técnicos, computadora.	3 horas
8	Elaborar un anteproyecto o pre propuesta de carácter biotecnológico, para dar solución a una problemática ambiental en Baja California, mediante la selección de una técnica de biorremediación que sea adecuada, con sentido crítico y actitud proactiva.	Identifica una problemática ambiental que haya sido publicada en periódicos, revistas, redes sociales o publicaciones, confirma la veracidad de ésta, realiza una búsqueda bibliográfica y elabora un anteproyecto o pre propuesta. *Parte I	Base de datos, internet, computadora.	3 horas
9	Calcular los parámetros de operación de una planta de tratamiento para conocer la aplicación de éstos en el diseño de una planta de tratamiento mediante la aplicación de formulas y conceptos de manera sistemática, organizada y lógica.	Resuelve de ejercicios de cálculo de BOD_5, aplicación de ecuación de Monod, cálculo de flujos y biomasa.	Cuaderno de trabajo, formulario, base de datos y computadora	2 horas
UNIDAD III				
10	Identificar los procesos de biotransformación de contaminantes	Elabora cuadro sinóptico en donde se incluyan al menos tres vías de	Bases de datos, reportes técnicos,	3 horas

	orgánicos, para evaluar su uso potencial en procesos de biorremediación, mediante el análisis de las rutas metabólicas asociadas, con innovación y disposición al trabajo colaborativo. contaminantes orgánicos con responsabilidad y respeto por su entorno.	biotransformación.	computadora.	
11	Identificar los contaminantes emergentes y sus efectos, mediante la búsqueda bibliográfica, para identificar nuevas fuentes de contaminación ambiental, con sentido crítico y actitud proactiva.	Elabora un reporte técnico en donde se incluyan al menos cinco contaminantes emergentes y sus efectos.	Bases de datos, reportes técnicos, computadora.	3 horas
12	Analizar las características metabólicas de determinados microorganismos, para identificar su aplicación en la recuperación de ambientes contaminados mediante la integración de protocolos de biorremediación con actitud reflexiva, objetiva y con respeto al medio ambiente.	Realizar un cuadro comparativo sobre el metabolismo, hábitat y contaminantes metabolizados de los siguientes géneros bacterianos: *Pseudomnonas, Alcaligenes, Sphingomonas, Rhodococcus y Mycobacterium*.	Bases de datos, computadora.	3 horas
13	Analizar los procesos de fitorremediación, para la identificación de especies con potencial para ser utilizadas como fitorremediadoras, mediante la búsqueda bibliográfica de las especies más utilizadas, con responsabilidad y respeto por su entorno.	Investiga los procesos de fitorremediación más utilizados e identifica los géneros más utilizados. Elabora una ficha técnica de cada especie identificada.	Bases de datos, computadora.	3 horas
14	Distinguir las generalidades de la biorremediación mediante el estudio de los tipos de contaminación, para identificar los distintos niveles de recuperación de ambientes contaminados con una actitud propositiva e innovadora.	Elaborar un cuadro comparativo entre biodegradación, biotransformación, bioaumentación, micoremediación y fitoremediación.	Bases de datos, computadora.	3 horas
Unidad IV				
	Identificar el potencial de los biosensores,	Elabora una ficha técnica de un	Bases de datos,	

15	para la identificación de contaminantes, mediante el análisis del componente biológico de los biosensores, con sentido crítico y actitud proactiva.	biosensor del contaminante que el facilitador determine.	computadora.	3 horas
16	Incorporar el concepto de biotecnología integral, para elaborar un proyecto o propuesta de carácter biotecnológico que proponga una solución a una problemática ambiental en Baja California, mediante la integración de las diferentes técnicas de moleculares y químicas, con sentido crítico y responsabilidad social.	Trabaja con el anteproyecto o pre propuesta del taller 8 y lo complementa para tener un proyecto o propuesta. *Parte II	Base de datos, internet, computadora.	4 horas.

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza:
El docente funge como guía facilitador del aprendizaje trabaja con una metodología de exposiciones en clase, recomienda previamente las lecturas y proporciona actividades para realizarse extra-clase, buscando que contribuyan a reafirmar el conocimiento de lo visto en clase. Revisa las tareas y realiza las observaciones pertinentes. Se recomiendan las siguientes estrategias: Presentación de casos tipo, debates grupales, discusión con grupos de expertos, presentación de videos y reportajes relacionados con el tema

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Durante la clase el estudiante discute y expone dudas o comentarios en base al material de lectura proporcionado previamente. Además propone estrategias para resolver problemas de contaminación y trabaja de manera individual o por equipo. Finalmente, el estudiante entrega tareas a lo largo del desarrollo del curso, las cuales le serán devueltas con las observaciones pertinentes para lograr la retroalimentación y el avance en el aprendizaje de las unidades planteadas.
Durante el desarrollo de las actividades previamente citadas, se promueve la participación, el análisis y toma de decisiones a los diferentes problemas planteados, con objetividad, sentido crítico y honestidad. Durante el desarrollo del curso se recomiendan las siguientes estrategias: elaboración de reportes e informes técnicos, esquematización de procesos industriales, elaboración de diagramas de bloque, investigación extra clase, exposiciones (grupales e individuales), participación en las actividades de taller.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales……45 %
- Exposiciones elaboradas……... 05%
- Talleres……...15%
- Proyecto final…….35%
- **Total**…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Dezotti, M., Lippel, G. y Bassin, J. P. (2018). *Advanced Biological Processes for Wastewater Treatment: Emerging, Consolidated Technologies and Introduction to Molecular Techniques*. Suiza: Springer.

Evans, G. M. y Furlong J.C. (2010). *Enviromental Biotechnology: Theory and application*. Estados Unidos: Wiley. [clásica]

Ivanov V., Hung YT. (2010). Applications of Environmental Biotechnology. In: Wang L., Ivanov V., Tay JH. (ed) *Environmental Biotechnology. Handbook of Environmental Engineering 10*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Humana Press, Totowa, NJ. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-60327-140-0_1

Pepper I. L., Gerba C. P., Gentry T. J. (2015). *Environmental microbiology* (3ª ed.). Países Bajos: Academic Press-Elsevier.

Complementarias

Ahmad, K. M. y Mujahid, G.A. (2011). Environmental pollution: its effects on life and its remedies. *Journal of Art, Science and Commerce*, *2*. 276- 285. [clásica]

Gavrilescu, M., Demnerova, K., Aamand, J., Agathos, S. y Fava, F. (2015). Emerging pollutants in the environment: present and future challenges in biomonitoring, ecological risks and bioremediation. *New Biotechnology 32*. 147-156.

Rittman, B.E. (2010). Environmental biotechnology in water and wastewater treatment. J. *Environ Eng*, *1* 348-353. [clásica]

Rittmann, B. E. y McCarty, P. L. (2001). *Environmental Biotechnology: Principles and aplications*. Estados Unidos: McGraw-Hill. [clásica]

Wu, S., Carvalho P. N., Müller, J. A., Remony, M. V. y Donga, R. (2016). Sanitation in constructed wetlands: A review on the removal of human pathogens and fecal indicators. *Science of the total environment, 541*, 8-22.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe tener al menos estudios de licenciatura, tener conocimientos en el área ambiental. Además debe de ser una persona responsable, propiciar la participación activa de los estudiantes, ser tolerante con los alumnos e incorporar a la comunidad universitaria en actividades tendientes a mejorar la calidad de vida de la sociedad y el medio ambiente, con apego al código de ética universitario.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. Programa Educativo: Bioingeniero

3. Plan de Estudios:

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Instrumentación Biomédica

5. Clave:

6. HC: 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Terminal

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Bioinstrumentación

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Roberto López Avitia	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	
Marco Antonio Reya Carranza	
Juan Miguel Colores Vargas	
Joaquín Villavicencio	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La asignatura de Instrumentación Biomédica se encuentra ubicada en la etapa terminal con carácter obligatorio del programa educativo Bioingeniero. El estudio de los conceptos y técnicas involucrados en el instrumental biomédico, permite que el estudiante adquiera una amplia visión de su propósito y desarrollar las habilidades necesarias para el diseño e implementación de instrumental de aplicación médica para su uso en hospitales y laboratorios clínicos.
Esta asignatura se imparte en la etapa terminal y es de carácter obligatorio, contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar e implementar equipos y dispositivos de uso médico, utilizando los principios de la instrumentación médica y atendiendo a los problemas de salud, para la mejora de la calidad de vida de los pacientes, con respeto, honestidad y profesionalismo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Proyecto integrador que consta de un instrumento de uso médico hospitalario, que contenga un manual de usuario y un manual de especificaciones técnicas, así como un video que demuestre el uso del instrumento en una prueba.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

I. Equipos para signos vitales y del sistema respiratorio

Competencia

Identificar las funciones e información que requiere el diseño de los tipos de monitores de signos vitales y los equipos de uso en el sistema respiratorio, utilizando herramientas electrónicas y caracterización de necesidades del paciente hospitalario, para la preservación de la salud, con una actitud responsable y crítica.

Contenido **Duración:** 10 horas

1.1 Sensores y actuadores de equipos médicos
1.2 Monitores de signos vitales
  1.2.1 Oximetría
  1.2.2 Temperatura
  1.2.3 Electrodos Trazo básico de ECG
  1.2.4 Medidas de frecuencia cardiaca y respiratoria
  1.2.5 Medidas de capnografía y gasto cardiaco
  1.2.6 Medidas de la presión arterial invasiva y no invasiva
1.3 Equipos para el sistema respiratorio
  1.3.1 Medidas de presión
  1.3.2 Medición del flujo de gases
  1.3.3 Medición de la función pulmonar
  1.3.4 Espirometría
  1.3.5 Neumotacómetro
  1.3.6 Medición del volumen de los pulmones
  1.3.7 Analizadores de la función pulmonar
  1.3.8 Analizadores de gases
  1.3.9 Mecanismo de la respiración
  1.3.10 Ventilación artificial
  1.3.11 Diagramas de presión-volumen-flujo
  1.3.12 Ventiladores de alta frecuencia
  1.3.13 Humidificadores, nebulizadores y aspiradores

Unidad II. Imagenología Médica

Competencia

Describir los principios de los distintos instrumentos de imagenología médica, utilizando las distintas tecnologías clásicas y modernas, para generar imágenes de estructuras y funciones internas del cuerpo humano, con una actitud responsable y profesional.

Contenido **Duración:** 12 horas

2.1. Características de las imágenes médicas
2.2. Generalidades de todos equipos de generación de imagen
2.3. Principios del ultrasonido y generación de la imagen por US
2.4. Parámetros y equipos de la Ecocardiografía
2.5. Principios de Rayos X y generación de imagen radiológica
    2.5.1. Fluoroscopia
        2.5.1.1.Rayos X de aplicación dental
        2.5.1.2. Rayos X en equipos portátiles
2.6. Tomografía Axial Computarizada y componentes del tomógrafo
2.7. Principios y equipos de Imagen de Resonancia Magnética
2.8. Principios y equipos de Tomografía por Emisión de Positrones
2.9. Otros métodos de generación de imagen médica
    2.9.1. SPECT
    2.9.2. Resonancia Magnética funcional
    2.9.3. Laparoscopía
    2.9.4. Angioresonancia
    2.9.5. Endoscopía

Unidad III. Equipos para hemodiálisis, cirugía láser y laboratorio químico

Competencia

Diseñar e implementar instrumentos médicos para hemodiálisis, sistemas de cirugía láser y equipos de laboratorio químico, aplicando herramientas ingenieriles de instrumentación, para preservar la salud de un paciente hospitalario, con una actitud crítica y responsable.

Contenido **Duración :** 10 horas

3.1.La función de los riñones
3.2.Dializadores
3.3.Sistemas de hemodiálisis
3.4. Oxigenadores de sangre
3.5. Principios y equipos de cirugía láser
3.6. Tipos de láser
- 3.6.1. Láser pulsado de Rubí
- 3.6.2. Láser Nd-YAG
- 3.6.3. Láser Helio-Neón
- 3.6.4. Láser de Argón
- 3.6.5. Laser de CO2
- 3.6.6. Láser excímero

3.7. Instrumentación para laboratorio clínico
- 3.7.1. Diagnóstico médico por pruebas químicas
- 3.7.2. Espectrofotómetros
- 3.7.3. Colorímetros
- 3.7.4. Sistemas automatizados de análisis biomédico
- 3.7.5. Fotómetros clínicos de flama
- 3.7.6. Analizadores de electrolitos

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRACTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Resolver problemas teóricos de acondicionamiento de sensores de uso médico, utilizando los principios de los acondicionadores y actuadores, para comprender las características de diseño de equipos médicos, con una actitud creativa y responsable.	En equipos de máximo tres personas se resuelven ejercicios con sensores de uso médico, por ejemplo: piezoeléctricos, de temperatura, de oxígeno u otros y se integra lo realizado en la carpeta de evidencias.	Calculadora y libro base	4 horas
2	Determinar los parámetros fisiológicos del sistema respiratorio, a partir de una investigación documental, para identificar las necesides de medición de variables en un paciente hospitalario, con una actitud creativa y responsable.	En equipos de máximo tres personas buscan en libros electrónicos de la universidad o fuentes confiables de internet, los parámetros a medir en el sistema respiratorio. Al finalizar se exponen los mapas conceptuales realizados.	Computadora personal con acceso a internet y un procesador de texto.	4 horas
3	Realizar una investigación documental sobre los principios de imagenología por radiaciones ionizantes de tipo rayos X, TAC, fluoroscopía y equipos portátiles, a través del abordaje de los conceptos, profundización de principios y cálculos, para la comprensión de los riesgos y ventajas de los mismos, con una actitud responsable.	Se realizan cuestionarios sin respuestas sobre la descripción de los equipos de imagenología médica por radiaciones ionizantes y se intercambian en equipos de tres personas para su resolución.	Computadora personal con acceso a internet, un procesador de texto y un cuaderno.	4 horas
4	Realizar una investigación documental sobre los tipos de láser y sus aplicaciones médicas, utilizando una presentación gráfica e ilustrativa, para la comprensión	Se expone en una presentación electrónica los principios del funcionamiento y las aplicaciones médicas del láser en equipos de tres personas.	Computadora personal con acceso a internet, un procesador de texto y un programa para realizar presentaciones electrónicas por equipo.	4 horas

	de las ventajas y desventajas en el uso hospitalario, con una actitud creativa y responsable.			

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Identificar diferentes medidas del sistema respiratorio mediante un equipo de espirometría, así como, procedimientos de mantenimiento del instrumento, para medir flujos y volúmenes de gases, con una actitud crítica y disciplinada.	Se miden flujos y volúmenes de gases mediante un espirómetro, previa verificación del instrumento.	Espirómetro Flujómetro Manuales de equipo de flujo	4 horas
2	Llevar a cabo la operación y funcionamiento correcto de un ventilador artificial, mediante los accesorios del instrumento para el monitoreo de un paciente sano, con una actitud ética y responsable.	Armado y puesta en operación de un ventilador artificial con un pulmón artificial, previa verificación del equipo. Identificar alarmas.	Ventilador artificial Pulmón artificial Bolsa Manual de operación de ventilador artificial	2 horas
3	Describir el equipo de rayos X y su preparación, mediante la manipulación de un equipo de radiación X fijo, para conocer las precauciones que se deben tomar en cuenta al momento de su operación, con responsabilidad y disposición.	Visita al lugar donde se encuentre el equipo de rayos X y puesta en marcha del equipo.	Equipo de rayos X Equipo de protección Manuales de equipo de rayos X	2 horas
4	Identificar las partes que componen un tomógrafo, así como su utilización, mediante el análisis de sus componentes, para la identificación y corrección de fallas, con responsabilidad e interés.	Visita al cuarto del tomógrafo, inspección de los componentes y simulación de operación del mismo.	Tomógrafo Equipo de protección Manual de operación de tomógrafo	4 horas

5	Identificar las partes y operación de un equipo de ultrasonografía, mediante el análisis de sus componentes, para la identificación y corrección de fallas, con responsabilidad e interés.	Preparación y puesta en operación del equipo de ultrasonografía para la adquisición de imágenes ultrasónicas.	Imágenes biomédicas, (tomografías y ultrasonografías) Manual de operación de equipos de ultrasonografías	4 horas
6	Clasificar los componentes y la operación de un sistema de hemodiálisis, utilizando un equipo real en modo prueba, para asegurar el correcto funcionamiento del mismo, con una actitud responsable.	Preparación y simulación de puesta en marcha del equipo necesario para una hemodiálisis. Identificación de alarmas.	Imágenes biomédicas, (tomografías y ultrasonografías) Manual de operación de equipos de ultrasonografías	4 horas
7	Diseña e implementa un proyecto integrador consistente en instrumento de aplicación médica, utilizando instrumentación analógica y digital, para ayudar a un médico a preservar, diagnosticar o intervenir la salud de un paciente simulado, con una actitud creativa y con responsabilidad social.	1. Diseña en papel y con ayuda de programas de simulación, los parámetros y materiales necesarios para la implementación de su proyecto, el cual es avalado por el profesor, una vez analizada su viabilidad. 2. Entrega el primer prototipo funcional de acuerdo a las características del proyecto solicitadas por el profesor. 3. Realiza un manual de usuario y un manual de especificaciones técnicas que deberá ser aprobado por el profesor. Expone su proyecto completo utilizando carteles, presentaciones electrónicas o rotafolios ante el profesor y sus compañeros de clase.	Centrifugadora Microscopio Campana de flujo Manuales de operación de instrumentos de aplicación médica	12 horas

VII. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice sus habilidades en el área ingenieril.

Estrategia de enseñanza (docente):
Mediante la exposición por parte del docente de forma ordenada y consistente, el alumno recibirá los fundamentos de la instrumentación biomédia. En sesiones de laboratorio y taller se desarrollarán diversas actividades con la participación de los alumnos, siguiendo con dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios y análisis de los instrumentos médicos, siendo el maestro un monitor y guía de estos. Por último, se recomienda los ejercicios de tarea en su modalidad individual.
Cuando se manejan conceptos nuevos en clase es conveniente que antes de finalizar esta se realice una mesa redonda o bien mesas de trabajo, donde los alumnos realicen una retroalimentación de la clase mediante la descripción de los conceptos y aplicación de estos.

Estrategia de aprendizaje (alumno):
A través del trabajo individual y por equipo, en sesiones de taller y laboratorio, el alumno aplica los fundamentos de los instrumentos médicos.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales(3)……30%
- Tareas y ejercicios……..……..……5%
- Prácticas de taller y laboratorio……..……40%
- Evidencia de desempeño…….……..……..25%
  (Proyecto integrador)

Total…….…… 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Webster, J.G. (2010). *Medical Instrumentation, Application and Design* (4ª ed.). Estados Unidos: John Wiley & Sons [clasica] Webb, A. (2018). *Principles of Biomedical Instrumentation*. Reino Unido: Cambridge University Press	*IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. Recuperado de https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=10

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación de licenciatura en bioingeniería, bioelectrónica, ingeniería biomédica, física médica o afín al área del conocimiento a impartir. Preferentemente con maestría o doctorado en las áreas de instrumentación biomédica, bioelectrónica, física médica, con experiencia en investigación o experiencia laboral en el área de la ingeniería biomédica. Actualización y capacitación constante en las áreas de interés relacionadas a esta unidad de aprendizaje.
Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Metodologías de Calidad

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Alfonso Colio Aguilar	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera.	
Paul Medina Castro	

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. CRISTINA CASTAÑON B.

Fecha: 08 de noviembre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En esta unidad de aprendizaje el alumno integrará las bases de las metodologías de calidad a la biotecnología a los procesos biotecnológicos para su aplicación en la industria considerando las áreas de la bioingeniería (productos médicos, cosméticos, alimentos y equipo médico), representa la cimentación para implementar procesos de calidad biotecnológicos en la formación profesional del bioingeniero. La unidad de aprendizaje se ubica en la etapa terminal y es de carácter obligatorio, corresponde al área de Ciencias Económico-Administrativas, representa la cimentación para implementar procesos biotecnológicos importantes en la formación profesional del bioingeniero.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar e implementar procesos de calidad, a través de normas y procesos estadísticos, para controlar y mejorar los procesos productivos, con respeto a las normas de seguridad, pensamiento crítico y honestidad.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora un manual de calidad apegado a estándares internacionales, el documento debe incluir la validación del método de medición de los sistemas productivos, las auditorías al sistema de calidad, las gráficas de control del proceso, determinación de la calidad de lotes de productos mediante sistemas estadísticos a través del análisis de varianza e indicar las variables significativas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Desarrollo de la calidad

Competencia:
Identificar las diferentes etapas del desarrollo de la calidad, así como su transformación hacia el enfoque en el cliente, a través de una revisión de su historia y la comprensión del funcionamiento de sus componentes, para su aplicación en la industria, con una actitud objetiva, y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1 Historia de la calidad
1.2 Gurús de la Calidad
1.3 Metodología Lean en la Calidad
1.4 VOC (voz del cliente)

UNIDAD II. Medición de la calidad

Competencia:
Validar el método de medición de las empresas a través de métodos estadísticos, así como realizar auditorías a los sistemas de calidad que permiten mejorar el sistema de calidad, con una actitud crítica, analítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Validación del método de medición (GR&R)
2.2 Auditorías
- 2.2.1 Producto no conformante
- 2.2.2 Revisión de documentos

2.3 MSA (sistema de medición)
- 2.3.1 Repetibilidad
- 2.3.2 Reproducibilidad
- 2.3.3 Bias
- 2.3.4 Linealidad

UNIDAD III. Inspección y control del producto

Competencia:
Definir los métodos de inspección del producto, realizar las acciones que permitan evitar productos no conformantes, así como controlar el proceso, por medio del control estadístico para, su posterior aplicación a la industria con una actitud objetiva, reflexiva, disposición al trabajo en equipo y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Inspección de productos
3.2 Acciones correctivas
3.3 Metodología para controlar las acciones correctivas
3.4 Procedimiento para elaborar documentos
3.5 Control del proceso (SPC control estadístico de procesos)
    3.5.1 Gráficas X-R
    3.5.2 Gráficas P
3.6 Límites de control vs Límites de especificación
3.6 AQL
    3.6.1 Un límite de especificación
    3.6.2 Doble límite de especificación
3.7 Determinación de límites de tolerancia

UNIDAD IV. Capacidad potencial

Competencia:
Determinar los indicadores que permiten determinar la capacidad potencial del proceso, interpretar la información que se muestra en los planos del producto así como determinar el riesgo potencial de los procesos, para solucionar los procesos de manufactura con una actitud, objetiva, reflexiva, disposición al trabajo en equipo y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 3 horas

4.1 Indicadores de la capacidad del proceso Cpk y Ppk
4.2 Capacidad potencial del proceso
4.2 Lectura de Planos
4.3 FMEA (metodología para analizar el riesgo potencial)

UNIDAD V. Diseño de experimentos

Competencia:
Analizar los problemas de desempeño del producto, a través del análisis de varianza y diseño de experimentos, que permita determinar las variables de control del proceso y evitar productos no conformantes en los equipos, con una actitud objetiva, reflexiva, disposición al trabajo en equipo y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración**: 3 horas

5.1 ANOVA (Análisis de varianza)
5.2 DOE (Metodología para el diseño de experimentos)
    5.2.1 Definición
    5.2.2 Optimización

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Examina los conceptos de la metodología ISO 13485, para documentar el proceso de elaboración de productos médicos, a través del estudio de la Norma, de manera colaborativa, propositiva y analítica.	Documenta un proceso de elaboración de un producto alimenticio. El estudiante analiza la norma ISO 13485. El estudiante elabora un manual del procedimiento de elaboración de un producto alimenticio basado en las especificaciones de la Norma ISO 13485. Analiza el manual y compara con los compañeros del grupo. Entrega manual.	Proyector computadora, internet, impresora, hojas, pizarrón, plumones.	2 focas
UNIDAD II				
2	Proponer mejoras al sistema de calidad de una empresa, a través de la evaluación de los procesos de calidad, para la toma de decisiones, con actitud propositiva y analítica	El estudiante recomienda cómo las acciones que permitan a las empresas solucionan problemas de calidad Realiza la evaluación de los procesos a través de las metodologías de lluvia de ideas, pareto e Ishikawa. Presenta una solución a las problemáticas encontradas.	Proyector, computadora, internet, impresora, hojas, pizarrón, plumones.	4 horas
3	Proponer solución a un proceso de elaboración de un producto, aplicando la metodología de solución de problemas (Pareto, Tormenta de ideas, 4M's) con un ejemplo de M&M chocolates, para	El estudiante recomienda cómo las acciones que permitan a las empresas solucionan problemas de calidad enfocado a un proceso de producción de elaboración de un alimento.	Proyector, computadora, internet, impresora, hojas, pizarrón, plumones. varios paquetes de chocolates M&M	3 horas

	mejorar la calidad en los productos eliminando la variabilidad, con actitud propositiva y analítica.	Realiza la evaluación del proceso de producción del alimento (chocolates M&M) a través de las metodologías de lluvia de ideas, pareto e Ishikawa. Presenta una solución a las problemáticas encontradas. Presenta una solución a las problemáticas encontradas.		
UNIDAD III				
3	Proponer soluciones a empresas, a través de la metodología de gráficas de control de procesos X-R , para mantener en control los procesos productivos médicos, con actitud propositiva y analítica.	El estudiante recomienda las acciones que permitan a las empresas solucionan problemas de calidad enfocado en un proceso biomédico, aplicando las gráficas de control X-R de proceso evitando productos no conformantes. Presenta unas soluciones a las problemáticas encontradas.	Software Minitab, computadora , impresora, pizarrón,plumones Proyector, Minitab: software de estadística	7 horas
4	Aplica Norma 251-SSA-2009 (manejo higiénico de alimentos) , para documentar el procesos de elaboración de productos alimenticios en un establecimiento, a través del seguimiento de la Norma, de manera colaborativa, propositiva y analítica.	Documenta un proceso de elaboración de un producto alimenticio. el estudiante analiza la Norma 251-SSA-2009. el estudiante elabora un manual del procedimiento de manejo de alimento basado en las especificaciones de la Norma 251-SSA-2009. Analiza el manual y compara con los compañeros del grupo. Entrega manual.	Proyector, computadora, internet, impresora, hojas, pizarrón, plumones.	6 horas
UNIDAD V				
5	Proponer mejoras al sistema de	El estudiante aplica el uso del	Software Minitab, computadora ,	10 horas

	calidad de una empresa, a través de la metodología de manejo de software estadístico minitab, para solucionar problemas de calidad en los procesos productivos, con actitud propositiva y analítica.	software Minitab para diseñar un diseño de experimentos para solucionar problemas de calidad de una manera eficiente	impresora, pizarrón, plumones Proyector, Minitab: software de estadística	

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

En esta unidad de aprendizaje, el docente es un apoyo para el aprendizaje y emplea teorías constructivistas, conductistas, ingenieriles y científicas proporcionando información necesaria para que el alumno logre la integración de los diversos temas a tratar durante el desarrollo de la materia, recomienda lecturas previas a cada tema, asigna actividades extraclase individuales y por equipo para reafirmar el conocimiento. Revisa las tareas y avances de propuestas de proyectos realizando observaciones pertinentes para que exista una retroalimentación y un desarrollo adecuado de dichas propuestas.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

El estudiante toma notas del material vistos en clase, analiza y expone dudas o puntos de vista basándose en los temas tratados. Trabaja de manera individual y en equipo para organizar y efectuar propuestas de proyectos. Adicionalmente, el estudiante realiza búsquedas de información complementaria a lo visto en clase y analiza aplicaciones prácticas de los temas tratados. Elabora un portafolio de desempeño y participa de una manera crítica, cooperativa y respetuosa durante todo el semestre.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Tareas……15%
- Evaluaciones parciales (3) ……45%
- Evidencia de desempeño……...40%
  (manual de calidad)

Total…100%

Tareas: se requiere realizar las tareas asignadas, para tener derecho a exámenes parciales Se realizarán tres exámenes parciales

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Garry K, Griffth. (2015). *Control de Calidad.* México: Prentice Hall. George, P. (2016). *An Introduction to Design Data Analysis and Model Building*. Estados Unidos: John Wiley & Sons. Jeffrey Clark. (2015). *Bussines Statistics*. Estados Unidos: Limusa Michael, L. G. (2017). *Six Sigma*. Estados Unidos: McGraw-Hill Perez, M. (2010). *Metodología Seis Sigma*. México: Alfaomega. [clásica]	Ford, GM. (1998). *Measurement System Analysis*. Estados Unidos: Ford, GM. [clásica] Ford, CM. (1998). *Potencial Failure Mode Effect Analysis*. Estados Unidos: Ford, GM. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería, en Industrial, Eléctrica o Mecánica, Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Indispensable experiencia profesional en el área de Médica en Calidad o Manufactura y como docente conocer procesos Biotecnológicos. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Legislación Ambiental, Industrial y de Salud

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Octavio Tellez Hirsch	
Edna Alicia Cortés Rodríguez	
Oscar Roberto López Bonilla	

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Humberto Cervantes de Ávila	
Alejandro Mungaray Moctezuma	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje contribuye a conocer los principales lineamientos normativos ambientales y sobre propiedad industrial, aplicables en el país en los procesos productivos de cualquier giro, resaltando la importancia de la prevención del deterioro ambiental, el fomento del desarrollo sostenible y la protección de la propiedad industrial. Asimismo, se establecen las bases para la oportuna y adecuada implementación de sistemas de gestión ambiental, que induzcan al cumplimiento del marco jurídico aplicable, así como a la prevención y/o mitigación de los efectos adversos en el medio ambiente, y la apropiada gestión de residuos.
Esta asignatura se encuentra ubicada en la etapa terminal con carácter obligatorio y pertenece al área de conocimiento de Ciencias Sociales y Humanidades.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Interpretar los principales instrumentos jurídicos ambientales y sobre propiedad industrial, mediante el análisis de leyes, reglamentos, normas oficiales e instructivas; para aplicarlos en el diseño e implementación de estrategias de prevención, gestión y cumplimiento de proyectos productivos sustentables, con especial énfasis en empresas biotecnológicas y la manufactura de dispositivos e instrumentos biomédicos con respeto y responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Portafolio digital conteniendo las estrategias de prevención, gestión y cumplimiento aplicadas a cada uno de los casos de estudio analizados en el semestre, incluyendo su correspondiente diagrama de flujo o mapa mental.

2. Trabajo final integrador que describa un problema de estudio, plantee objetivos y justifique la necesidad de resolverlo desde el campo ocupacional del bioingeniero y realice un análisis del marco jurídico nacional e internacional aplicable y de los lineamientos de propiedad industrial.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción al marco jurídico ambiental

Competencia:
Identificar la problemática ambiental y la normatividad a resolver, mediante el análisis de la evolución del marco jurídico ambiental vigente, para la regulación de las actividades industriales en nuestro país, con ética y respeto a la normatividad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 Introducción al medio ambiente y las ciencias ambientales.
1.2 Evolución de la legislación ambiental mexicana.
1.3 Principios del derecho ambiental.
1.4 Principales instrumentos jurídicos ambientales vigentes (federales, estatales y municipales).
    1.4.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos.
    1.4.2 Leyes y reglamentos ambientales (federales, estatales y municipales).
    1.4.3 Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX) de carácter ambiental.

UNIDAD II. Legislación y gestión ambiental nacional e internacional

Competencia:
Interpretar los requerimientos legales que debe cumplir la actividad industrial en materia ambiental de los tres niveles de gobierno, federal, estatal y municipal, mediante la revisión de la normatividad ambiental nacional e internacional, para aplicarlos en el diseño de estrategias de prevención, gestión y cumplimiento de proyectos productivos sustentables, con ética y respeto a la normatividad.

Contenido: **Duración:** 8 horas.

2.1 Legislación y gestión en materia de Impacto ambiental y Riesgo ambiental.
2.2 Legislación y gestión en materia de calidad del aire y emisiones a la atmósfera.
    2.2.1 Legislación y gestión en materia de emisiones de ruido, luz, olores y temperatura.
2.3 Legislación y gestión en materia de agua.
    2.3.1 Aprovechamientos de agua.
    2.3.2 Descargas de aguas residuales.
2.4 Legislación y gestión en materia de materiales y residuos peligrosos.
2.5 Legislación y gestión en materia de residuos sólidos no peligrosos.
    2.5.1 Residuos de manejo especial.
    2.5.2 Residuos urbanos.

UNIDAD III: Legislación en materia de salud

Competencia:
Identificar la normatividad nacional e internacional aplicable al desarrollo de dispositivos biomédicos, ambientes hospitalarios y de protocolos de experimentación con seres vivos, mediante el reconocimiento de la salud humana como un proceso integral, para cumplir con los estándares nacionales e internacionales del sector biomédico, con una actitud ética de respeto por la vida.

Contenido: **Duración:** 8 horas.

3.1. Salud-enfermedad y Derechos Humanos., bioética y calidad de vida.
3.2. Bioética y calidad de vida.
3.3. Regulaciones,estándares, programas y acreditaciones en el sector salud.
3.4. Normatividad nacional e internacional en materia de instrumentos, equipo y otros dispositivos médicos.
3.5. Normatividad aplicable a infraestructura y equipamiento de hospitales.
3.6. Normatividad en materia de experimentación en animales y humanos.

UNIDAD IV. Propiedad intelectual

Competencia:
Interpretar los principales instrumentos jurídicos sobre propiedad intelectual, mediante el análisis de leyes y reglamentos en la materia, para reconocer la importancia de la propiedad intelectual en la industria de la bioingeniería, con responsabilidad y actitud crítica.

Contenido: **Duración:** 10 horas.

4.1 Introducción a la Propiedad intelectual.
- 4.1.1 Propiedad industrial.
- 4.1.1 El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).
  - 4.1.1.2 Derechos de autor.
  - 4.1.1.3 El Instituto Nacional del Derecho de Autor (Indautor).

4.2 Legislación en materia de patentes, registros y derechos de autor.
- 4.2.1 Ley de la Propiedad Industrial y su Reglamento.
- 4.2.2 Ley Federal del Derecho de Autor.

4.3 Propiedad intelectual en el ámbito internacional.
- 4.3.1 La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).
- 4.3.2 Tratados internacionales firmados por México en materia de propiedad intelectual.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Reconocer conceptos de ecología que son la base de la legislación ambiental, mediante la revisión de procesos ambientales para interpretar la legislación ambiental con actitud crítica y respeto.	Revisa material bibliográfico y genera, de forma colaborativa, una presentación que sintetiza los procesos involucrados en los ciclos biogeoquímicos, las actividades humanas que los modifican provocando problemas ambientales y las aportaciones de la bioingeniería para su solución.	Bibliografía, proyector, computadora	2 horas
2	Conocer la evolución del marco jurídico ambiental nacional e internacional que regula las actividades industriales, haciendo una revisión de sus antecedentes históricos, para entender los principios jurídicos que los guían.	Realiza una línea de tiempo acerca de la evolución de la legislación ambiental en México.	Material de papelería como: Lápices y/o marcadores de colores, papel bond, cartulina, tijeras, pegamento.	2 horas
3	Revisar el principio jurídico de el que contamina paga, mediante el análisis de un caso de estudio contemporáneo para comprender las dificultades legales de su aplicación, con actitud crítica y responsabilidad.	Analiza de manera colaborativa, un caso de estudio a la luz del principio jurídico de el que contamina paga.	Literatura específica, acceso a internet, computadora	2 horas
UNIDAD II				
4	Conocer la normatividad que regula el sector industrial que realiza actividades consideradas de alto riesgo en México, mediante, mediante la revisión de	Obtiene de Internet el Primer y Segundo Listados de Actividades Altamente Riesgosas y localiza, en el listado apropiado, las cantidades de reporte de las	Laptop o dispositivo móvil con acceso a Internet (WiFi). Relación de sustancias peligrosas problema, elaborada por el profesor.	2 horas

	los Listados de Actividades Altamente Riesgosas para aplicar la normatividad vigente en que regula el manejo, transporte, almacenamiento y disposición final de las sustancias y residuos peligrosos con honestidad y justicia.	sustancias peligrosas indicadas por el profesor.		
5	Interpretar los requerimientos en materia de impacto ambiental que aplican al sector industrial, mediante la revisión de los procedimientos administrativos de los 3 niveles de gobierno para aplicar instrumentos de gestión ambiental, con respeto y promoviendo el desarrollo sustentable.	Identifica, de forma colaborativa, estrategias de prevención, gestión y cumplimiento en materia de Impacto ambiental, para diferentes tipos de proyectos productivos sustentables en el área de la bioingeniería.	Casos de estudio y listas de verificación elaborados por el profesor (cuatro casos distintos, como mínimo).	2 horas
6	Interpretar los requerimientos en materia de emisiones a la atmósfera que aplican al sector industrial, mediante la revisión de los procedimientos administrativos del nivel federal para aplicar instrumentos de gestión ambiental, con respeto y promoviendo el desarrollo sustentable	Identifica, de forma colaborativa, estrategias de prevención, gestión y cumplimiento en materia de emisiones a la atmósfera, para diferentes tipos de proyectos productivos sustentables en el área de la bioingeniería.	Casos de estudio y listas de verificación elaborados por el profesor (cuatro casos distintos, como mínimo).	1 hora
7	Interpretar los requerimientos en materia de descargas de aguas residuales que aplican al sector industrial, mediante la revisión de los procedimientos administrativos del nivel federal para aplicar instrumentos de gestión ambiental, con respeto y promoviendo el desarrollo sustentable.	Identifica, de forma colaborativa, estrategias de prevención, gestión y cumplimiento en materia de descargas de aguas residuales, para diferentes tipos de proyectos productivos sustentables en el área de la bioingeniería.	Casos de estudio y listas de verificación elaborados por el profesor (cuatro casos distintos, como mínimo).	1 hora
8	Interpretar los requerimientos en materia de Materiales y residuos	Identifica, de forma colaborativa, estrategias de prevención, gestión	Casos de estudio y listas de verificación elaborados por el	2 horas

	peligrosos que aplican al sector industrial, mediante la revisión de los procedimientos administrativos del nivel federal para aplicar instrumentos de gestión ambiental, con respeto y promoviendo el desarrollo sustentable.	y cumplimiento en materia de materiales y residuos peligrosos, para diferentes tipos de proyectos productivos sustentables en el área de la bioingeniería.	profesor (cuatro casos distintos, como mínimo).	
UNIDAD III				
9	Comprender la calidad en el ámbito de la salud mediante el análisis de los conceptos de salud-enfermedad, bioética y calidad de vida para aplicar regulaciones, estándares, programas y acreditaciones en el sector salud, con respeto y una actitud crítica.	Revisa los acontecimientos históricos que llevaron a la construcción del concepto de Bioética y elabora una línea de tiempo. Realiza un mapa mental interrelacionando los conceptos de Bioética, salud-enfermedad y calidad de vida.	Computadora, acceso a internet	2 horas
10	Interpretar los requerimientos nacionales e internacionales en materia de instrumentos, equipo y otros dispositivos médicos, mediante la revisión de las Normas Oficiales, las Normas Mexicanas y los estándares de acreditación, para aplicar instrumentos de gestión de la calidad, con creatividad y una actitud proactiva.	Revisa la normatividad y los procedimientos administrativos necesarios para asegurar la calidad de instrumentos, equipo y otros dispositivos médicos.	Computadora, acceso a internet. Casos de estudio y listas de verificación elaborados por el profesor (cuatro casos distintos, como mínimo).	2 horas
11	Interpretar los requerimientos nacionales e internacionales en materia de infraestructura y equipamiento de hospitales, mediante la revisión de las Normas Oficiales, las Normas Mexicanas y los estándares de acreditación, para aplicar instrumentos de gestión de la	Revisa la normatividad y los procedimientos administrativos necesarios para asegurar la calidad y sanidad de infraestructura y equipamiento de hospitales.	Computadora, acceso a internet. Casos de estudio y listas de verificación elaborados por el profesor (cuatro casos distintos, como mínimo).	2 horas

	calidad, con creatividad y una actitud proactiva.			
12	Interpretar los requerimientos nacionales e internacionales en materia de experimentación en animales y humanos, mediante la revisión de las Normas Oficiales, para aplicar instrumentos de gestión de la calidad, con creatividad y una actitud proactiva.	Revisa la normatividad y los procedimientos administrativos necesarios para asegurar los códigos éticos que norman la experimentación en animales y humanos.	Computadora, acceso a internet. Casos de estudio y listas de verificación elaborados por el profesor (cuatro casos distintos, como mínimo).	2 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer el propósito del curso, la forma de trabajo, los criterios de evaluación, la calidad de los trabajos académicos, los derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Exposición de temas, promover la investigación documental, exponer las características de los conceptos a trabajar, dirigir el desarrollo integral del taller y supervisar la correcta realización de éste y el correcto desarrollo de la competencia, revisar la elaboración y el desarrollo del portafolio, revisar el correcto avance del portafolio de evidencias, supervisar el adecuado desarrollo del curso, discusiones guiadas, casos de estudio, debates sobre temas éticos, grupos de discusiones, exposiciones, discusión de documentales y videos.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Elaborar diagramas de flujo o mapas mentales de casos, exposición en equipo, resúmenes, organizadores gráficos, trabajo colaborativo, revisar las características del taller a realizar y complementar con búsquedas informativas los temas, elaborar el portafolio y presentarlo al final del curso, investigación documental, cuadros sinópticos, mapas conceptuales, cuadros mentales, análisis y síntesis.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Porcentajes de evaluación:

- Evaluaciones parciales (4)……40%
- Evidencia de desempeño 1……..……20%
  (Portafolio de tareas)
- Evidencia de desempeño 2……...30%
  (Proyecto integrador)
- Asistencia y participación en clase……..10%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Brañes-Ballesteros, R. (2000). *Manual de derecho ambiental mexicano* (2ª ed.). México: Fundación Mexicana para la Educación Ambiental. [clásica]

Diario Oficial de la Federación. (24 de diciembre de1996). *Ley Federal del Derecho de Autor.* Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lfda.htm [clásica]

Diario Oficial de la Federación. (9 de junio de 1991*). Ley de la Propiedad Industrial.* Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/50_180518.pdf [clásica]

Diario Oficial de la Federación. *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental*. (7 de junio de 2013). Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf [clásica]

Diario Oficial de la Federación. *Ley General del Equilibrio ecológico y Protección al Ambiente*. (28 de enero de 1988). Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_050618.pdf [clásica]

Diario Oficial de la Federación. *Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos*. (8 de octubre de 2003). Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/263_190118.pdf [clásica]

Gutiérrez Nájera, R. (2000). *Introducción al estudio del derecho ambiental* (3ª ed.). México: Porrúa.

Complementarias

Aranda, J. (14 de febrero de 2007). SCJN: Los Tratados Internacionales, por Encima de Leyes Federales y Estatales. *La Jornada*. México. [clásica]

Diario Oficial de la Federación. (6 de febrero de 2006). *Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de los códigos Penal Federal y Federal de Procedimientos Penales.* [clásica]

EPA (United States Environmental Protection Agency). (Octubre, 1996). *US-Mexico Border XXI Program Framework Document*. Estados Unidos. [clásica]

Frankel, M. (1982*). Manual de Anticontaminación: Cómo Evaluar la Contaminación del Ambiente y de los Lugares de Trabajo*. Fondo de Cultura Económica. México. [clásica]

Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California. (3 de julio de 2014). *Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Baja California*. Mexicali, B.C., México. [clásica]

SEDESOL. (1985). *Recopilación y Sistematización de la Legislación Ambiental Mexicana*. Colección Los Básicos. México. [clásica]

https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/leyes-y-normas-del-sector-medio-ambiente [clásica]

Periódico Oficial del Estado de Baja California. (10 de diciembre de 1993). *Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Baja California en Materia de Prevención y Control de la Contaminación del Agua, el Suelo y la Atmósfera*. Recuperado de http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Baja%20California/wo120305.pdf [clásica]

Periódico Oficial del Estado. (30 de noviembre de 2001). *Ley de Protección al Ambiente para el Estado de Baja California*. Sección I, Tomo CVIII. Recuperado de http://www.congresobc.gob.mx/Parlamentarias/TomosPDF/Leyes/TOMO_VII/Leyproambiente_05ENE2010.pdf [clásica]

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Leyes y Normas del Sector Medio Ambiente*

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería o área afín, preferentemente con Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería. Deberá manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Ingeniería Clínica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**	**Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)**	**Firma**
Marco Antonio Reyna Carranza		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Joaquín Heriberto Villavicencio Moreno		Humberto Cervantes de Avila	
Norma Alicia Barbosa Tello	M. Cristina Castañón B.	Marina Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.

Fecha: 31 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje de Ingeniería Clínica es brindar al estudiante conocimiento sobre la gestión de tecnología médica, administración y gerencia hospitalaria, para que el estudiante se desenvuelva en los ámbitos hospitalarios, adquiriendo habilidades que le permitan interrelacionarse con el recurso humano de las distintas áreas que conforman el medio hospitalario.
Su utilidad radica en gestionar tecnología, coadyuvar en la toma de decisiones, tomar cargos a nivel gerencial, participar en el acondicionamiento de espacios hospitalarios, conocer de la normatividad de los hospitales, con el objeto de brindar atención de excelencia a costos razonables, mediante el empleo racional y eficiente de la tecnología.
Esta unidad de aprendizaje se encuentra ubicada en la etapa terminal con carácter obligatorio y contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Implementar la gestión de tecnología y administración hospitalaria, mediante el análisis y la relación de la gerencia y administración del medio hospitalario, para garantizar adquirir habilidades que permitan su desenvolviendo en el ámbito hospitalario, con responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un reporte técnico de la evaluación diagnóstica cuantitativa y cualitativa de la administración, normatividad que se cumple, y gestión tecnológica de un hospital. El reporte debe incluir portada, índice, introducción, antecedentes, metodologías utilizadas, resultados del análisis, recomendaciones y bibliografía consultada.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Medio hospitalario y la ingeniería clínica

Competencia:
Analizar la visión global de la Ingeniería Clínica, mediante el análisis de los entornos hospitalarios, para identificar de manera sistémica todos los elementos que debe involucrar un medio hospitalario para su funcionamiento, con calidad, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1 Definición de la ingeniería clínica
1.2 Terminología
1.3 Evolución de la disciplina
1.4 Evolución del rol de la tecnología en el cuidado de la salud
1.5 Estructura organizacional de un hospital
1.6 Papel del ingeniero clínico ante la tecnología para el cuidado de la salud

UNIDAD II. Administración del equipo médico dentro de un hospital

Competencia:
Coordinar y administrar el mantenimiento de la tecnología biomédica, mediante los distintos tipos de mantenimiento y riesgos, con el propósito de proporcionar un entorno seguro y funcional de los equipos y espacios en hospitales, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 3 horas

2.1 Control del equipo médico
2.2 Mantenimiento preventivo de equipo médico
2.3 Mantenimiento correctivo de equipo médico
2.4 Documentación y manuales de equipo
2.5 Equipo médico en comodato
2.6 Promoción del correcto uso del equipo médico
2.7 Administración de proyectos de tecnología para la salud
2.8 Mantenimiento de electromedicina

UNIDAD III. Seguridad hospitalaria

Competencia:
Comprobar la seguridad de los equipos y las instalaciones de los hospitales, mediante el cumplimiento de las normas, para minimizar las causas de riesgo en pacientes y operadores, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Análisis de la normatividad vigente en materia de instalaciones hospitalarias y mejora del control de las condiciones del medioambiente hospitalario.
3.2 Seguridad y prevención de riesgos laborales
3.3 Seguridad eléctrica
3.4 Seguridad radiológica
3.5 Seguridad laser
3.6 Seguridad en el laboratorio
3.7 Seguridad ambiental
3.8 Control infeccioso
3.9 Gestión de residuos sanitarios
3.10 Instalaciones de gases medicinales
3.11 Climatización
3.12 Gestión energética
3.13 Instalaciones contra incendios
3.14 Esterilización

UNIDAD IV. Valoración, evaluación y adquisición de equipo

Competencia:
Evaluar equipo biomédico, mediante la aplicación de metodologías de valoración de tecnología, para cuantificar el estado físico, funcionalidad, eficacia, conveniencia y costo del equipo biomédica, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración**: 3 horas

4.1 Equipo de nueva tecnología
4.2 Determinación del equipo apropiado
4.3 El papel de las nuevas tecnologías en el cuidado de la salud
4.4 Investigación y desarrollo
4.5 Selección de los proveedores
4.6 Evaluación de equipo
4.7 Proceso de adquisición de equipo
4.8 Análisis de costo de ciclo de vida
4.9 Negociación
4.10 Soporte de garantía y después de la garantía

UNIDAD V. Administración del mantenimiento del equipo

Competencia:
Programar y direccionar la ejecución del mantenimiento del equipo médico, mediante metodologías o procedimientos de gestión del mantenimiento, para preservar la calidad y el buen uso de las instalaciones, equipos, e instrumental de los establecimientos de salud con el fin de garantizar una mayor calidad de atención, seguridad y productividad de la inversión, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 3 horas

5.1 Tipos de servicio de mantenimiento
5.2 Servicio al cliente
5.3 Análisis del servicio
5.4 Captura de información (bitácora)
5.4 Relaciones con los proveedores
5.5 Productividad y rentabilidad

UNIDAD VI. Administración del riesgo en ambientes hospitalarios

Competencia:
Analizar los programas de adiestramiento y capacitación, mediante modelos de capacitación en clínicas y hospitales, para la reducción de los riesgos en ambientes hospitalarios, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 3 horas

6.1 Reducción del riesgo
6.2 Entrenamiento del usuario de equipo
6.3 El aspecto del error médico
6.4 El papel del mantenimiento
6.5 Identificación de peligros en un hospital
6.6 Investigación de incidentes- testimonio de expertos
6.7 Papel de las aseguradoras- mala práctica, responsabilidad, errores y omisiones

UNIDAD VII. Gestión y administración de instituciones de salud

Competencia:
Desarrollar soluciones a problemas que se presentan en el ámbito médico-hospitalario, mediante estrategias administrativas de mejora y calidad en el servicio, para planear, organizar y dirigir el buen desarrollo de las instituciones de salud, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 5 horas

7.1 Dirección hospitalaria
7.2 Gestión de la calidad en instituciones de salud
7.3 Mantenimiento y arquitectura hospitalaria
7.4 Contabilidad gerencial
7.5 Informática hospitalaria
7.6 Epidemiología
7.7 Atención primaria de la salud

UNIDAD VIII. Administración de personal

Competencia:
Aplicar las herramientas prácticas más importantes utilizadas en la gestión de recursos humanos, mediante la relación de la calidad de los servicios hospitalarios con la gestión de la calidad del equipo humano, para enfrentar con mayor éxito los desafíos que se plantean en la actualidad en el ámbito de los servicios hospitalarios, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 2 horas

8.1 Liderazgo
8.2 Evaluación del desempeño
8.3 Educación continua-entrenamiento
8.4 Selección de personal
8.5 Profesionalización del personal
8.6 Organización y políticas

UNIDAD IX. Administración financiera en hospitales

Competencia:
Manejar la optimización de los recursos financieros y físicos de un hospital, mediante un plan financiero en el que se detalle la táctica financiera de la institución, para mantener o buscar el equilibrio óptimo dentro del hospital, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 2 horas

9.1 Presupuestos
9.2 Costos
9.3 Ahorro de costos
9.4 Reingeniería para incrementar el desempeño financiero

UNIDAD X. Control de refacciones y herramientas

Competencia:
Gestionar el almacenamiento y distribución de insumos requeridos como soporte de la tecnología biomédica instalada en un hospital, mediante la ejecución de guías o manuales dedicados para tal fin, para asegurar la mejora del acceso, la calidad y el uso de los productos médicos y tecnologías sanitarias, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 2 horas

10.1 Máximos y mínimos
10.2 Selección de refacciones
10.3 Administración de refacciones

UNIDAD XI. Construcción de hospitales

Competencia:
Examinar la elaboración de proyectos, ejecución de trabajos relacionados con obras y conservación hospitalaria, mediante la identificación de los órganos encargados de asesorar y apoyar técnica y normativamente a los organismos desconcentrados y a los servicios estatales de salud e institutos nacionales de salud, para garantizar que los establecimientos sanitarios cumplan con los estándares requeridos para las certificaciones y acreditaciones vigentes, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 3 horas

11.1 Historia de los hospitales en México
11.2 Proyectos para la prestación de servicios (PPS)
11.3 Lineamientos para construir un hospital
11.4 Normas arquitectónicas para la construcción de unidades médicas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar la importancia de la ingeniería clínica, a partir de una investigación documental, para llegar a conclusiones sobre su aplicación en los entornos hospitalarios, con objetividad y responsabilidad social.	Medio hospitalario y la Ingeniería Clínica. 1.- El docente explica la importancia de la Ingeniería Clínica. 2.- El alumno realiza un ensayo a partir de las lecturas, artículos consultados y videos sobre el concepto de la Ingeniería Clínica. 3.- El alumno entrega al docente el ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el concepto de la Ingeniería Clínica.	2 horas
UNIDAD II				
2	Contrastar los tipos de mantenimiento y riesgos que existen en los hospitales, a partir de un análisis del equipo y espacios biomédicos , para proporcionar entornos biomédicos seguros y funcionales, con objetividad y responsabilidad social.	Administración del equipo médico dentro de un hospital. 1.- El docente expone frente a grupo el tema de la administración del equipo biomédico en los hospitales. 2.- El alumno realiza un ensayo a partir de las lecturas, artículos consultados y videos sobre la administración y mantenimiento de la tecnología biomédica. 3.- El alumno entrega al docente el ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el concepto de la Ingeniería Clínica.	3 horas
UNIDAD III				

3	Aprender la normatividad vigente hospitalaria, a partir del análisis de la seguridad hospitalaria, para aplicarla a los procesos en equipos y espacios nosocomiales, con objetividad y responsabilidad social.	Seguridad hospitalaria. 1.- El docente explica el concepto de seguridad hospitalaria. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre seguridad hospitalaria. 3.- El alumno entrega al docente informe técnico con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la seguridad hospitalaria	3 horas
UNIDAD IV				
4	Contrastar los tipos de metodologías que se utilizan para valorar la tecnología en el cuidado de la salud, a partir de una investigación documental, para la selección de proveedores, evaluación y adquisición del equipo, análisis de ciclo de vida que garantice la mejor toma de decisiones en el momento de adquirir y/o renovar tecnología médica en un hospital, con objetividad y responsabilidad social.	Valoración, evaluación y adquisición de equipo. 1.- El docente explica las distintas metodologías existentes para la evaluación del equipo biomédico. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre las metodologías para valorar, evaluar y adquirir equipo biomédico. 3.- El alumno entrega al docente un reporte de la investigación documental con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre valoración, evaluación y adquisición de equipo biomédico.	3 horas
UNIDAD V				
5	Distinguir los tipos de servicio de mantenimiento y la importancia de las relaciones con los proveedores, a partir de una investigación documental, para garantizar la calidad en la	Administración del mantenimiento del equipo biomédico en hospitales. 1.- El docente explica el concepto de la administración del mantenimiento del equipo biomédico. 2.- El alumno realiza una investigación	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la administración del mantenimiento del equipo biomédico en hospitales.	3 horas

	administración de la gestión de la tecnología médica, con objetividad y responsabilidad social.	documental sobre los distintos tipos de servicios y mantenimientos del equipo biomédico. 3.- El alumno entrega al docente un reporte de la investigación documental con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD VI				
6	Contrastar los modelos que se utilizan en los nosocomios para la capacitación del personal, a partir del análisis de los distintos tipos de riesgos, las guías y manuales existentes, para reducir riesgos en los ambientes hospitalarios, con responsabilidad social.	Administración del riesgo en ambientes hospitalarios. 1.- El docente explica el concepto de la administración del riesgo en ambientes hospitalarios. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre los distintos tipos de riesgos y hace una revisión de las guías y manuales existentes orientados a la mitigación de riesgos en ambientes hospitalarios. 3.- El alumno entrega al docente un reporte de la investigación documental con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre Administración del riesgo en ambientes hospitalarios.	3 horas
UNIDAD VII				
7	Distinguir los problemas más comunes que se presentan en los nosocomios, a partir del análisis de la dirección hospitalaria y la gestión de la calidad de los nosocomios, para brindar	Gestión y administración de instituciones de salud. 1.- El docente explica el concepto de la gestión y administración de instituciones de salud. 2.- El alumno realiza una investigación	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la gestión y administración de instituciones de salud. .	6 horas

	soluciones que mejoren el servicio, la administración y la gestión de los hospitales, con responsabilidad social.	documental sobre lo que es la dirección hospitalaria y la gestión de la calidad de los nosocomios. 3.- El alumno entrega al docente un reporte de la investigación documental con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD VIII				
8	Distinguir las herramientas más importantes utilizadas en la gestión de nosocomios, a partir de una investigación documental, para proporcionar a la población una asistencia médico-sanitaria completa, curativa y preventiva, con objetividad y responsabilidad social.	Administración de personal. 1.- El docente explica el concepto de la administración de personal hospitalario. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la administración de nosocomios. 3.- El alumno entrega al docente un reporte de la investigación documental realizada con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la administración de personal.	2 horas
UNIDAD IX				
9	Analizar presupuestos, costos y la reingeniería en un nosocomio, a partir de una investigación, para administrar eficaz y eficientemente los recursos del hospital y que permitan el desarrollo de la organización satisfaciendo los intereses y necesidades de los accionistas y/o de la comunidad, con objetividad y responsabilidad social.	Administración financiera en hospitales. 1.- El docente explica el concepto de la administración financiera en hospitales. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la administración financiera nosocomial. 3.- El alumno entrega al docente un reporte de la investigación realizada con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la administración financiera en hospitales.	2 horas

		investigación, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD X				
10	Distinguir los procedimientos o guías utilizadas en la selección y administración de refacciones que se siguen en los nosocomios, a partir de una investigación de refacciones y herramientas de los nosocomios, para garantizar calidad en las tecnologías usadas en los hospitales, con objetividad y responsabilidad social.	Control de refacciones y herramientas. 1.- El docente explica el concepto de control de refacciones y herramientas en hospitales. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre control de refacciones y herramientas en los nosocomios. 3.- El alumno entrega un reporte de la investigación realizada con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre el control de refacciones y herramientas.	2 horas
UNIDAD XI				
11	Revisar las guías y procedimientos que deben de seguirse en la construcción de hospitales, a partir de una investigación de las normas y criterios para construir, para que se garantice seguridad, confianza y servicios de excelencia hospitalaria, con responsabilidad y objetividad.	Construcción de hospitales. 1.- El docente explica los aspectos más importantes involucrados en la construcción de hospitales. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la construcción de nosocomios. 3.- El alumno entrega al docente un reporte de la investigación realizada con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la construcción de hospitales.	3 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El docente funge como guía facilitador del aprendizaje trabaja con una metodología de resolución de problemas, recomienda previamente las lecturas, explica la aplicación de las fórmulas y proporciona actividades para realizarse extra-clase que contribuyan a reafirmar el conocimiento de lo visto en clase. Revisa las tareas y realiza las observaciones pertinentes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Durante la clase el estudiante discute y expone dudas o comentarios con base al material de lectura proporcionado previamente. Resuelve problemas de la Ingeniería Clínica y trabaja de manera individual o por pares. El estudiante entrega tareas durante el semestre que le serán devueltas con las observaciones pertinentes que permitan la retroalimentación y el avance en el aprendizaje de las unidades planteadas. Se promueve la participación, el análisis de resultados y toma de decisiones a los diferentes problemas planteados, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)……..……..…..…50%
- Talleres……...15%
- Tareas ……..….....10%
- Evaluación permanente (participación en clases, responsabilidad, disciplina, respeto)……...5%
- Evidencia de desempeño.....20%

(Reporte técnico de la evaluación diagnóstica cuantitativa y cualitativa de la administración)

Total……..…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Furht, B., y Agarwal, A. (2013). *Handbook of medical and healthcare technologies*. New York, Estados Unidos: Springer. [clásica]

Haschek, W. M., y Rousseaux, C. G. (2013). *Handbook of toxicologic pathology*. Estados Unidos: Elsevier. [clásica]

Massó, B. O. (2007). *Logística hospitalaria* (2ª ed.). Barcelona, España: Marge Books.[clásica]

Moore, T. L. Graham, E., Mattix, B., y Alexis, F. (2010). *Biomaterials Science: An Integrated Clinical and Engineering Approach.* CRC Press: Boca Raton, Estados Unidos.[clásica]

Street, L. J. (2010). *Clinical Procedures for Medical Technology Specialists*. Estados Unidos: CRC Press.[clásica]

Taktak, A. F., Ganney, P., y Long, D. (2013). *Clinical Engineering: A Handbook for Clinical and Biomedical Engineers*. Estados Unidos: Academic Press.

Complementarias

Carr J.J., Brown J.M. (2001). *Introduction to Biomedical Equipment Technology*. Nueva Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall.[clásica]

Eichel, O. R. (1916). *A Manual of Fire Prevention and Fire Protection for Hospitals*. Estados Unidos: John Wiley y Sons, Incorporated.[clásica]

Ladanza, E., y Dyro, J. (2004). *Clinical engineering handbook*. Boston, Estados Unidos: Elsevier Academic Press. [clásica]

Villafañe, C.R. (2008). *Biomédica: Desde la Perspectiva del Estudiante*. Estados Unidos: Lulu.[clásica]

World, Health Organization, y UNAIDS. (1994). *Maintenance and repair of laboratory, diagnostic imaging, and hospital equipment*. World Health Organization. [clásica]

Yadin, D., et al. (2003). *Clinical Engineering*. Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.[clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura deberá poseer título de Licenciatura, preferentemente posgrado en Ingeniería Clínica o Carrera a fin a las ciencias de la salud y biológicas con conocimientos de Ingeniería Biomédica. Contar con experiencia frente a grupo de por lo menos un año y debe ser una persona responsable y proactiva en su labor docente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana, Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate, Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Emprendimiento y Liderazgo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA REGISTRADO 09 NOV 2018 REGISTRADO COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

5. Clave: 33560

6. HC: 00 **HL:** 00 **HT:** 04 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 00 **CR:** 04

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Terminal

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Homero Samaniego Aguilar		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Erika Beltrán Salomón		José Luis González Vázquez	
Rafael Eduardo Saavedra Leyva		Humberto Cervantes de Ávila	
Miguel Ángel Adame Monreal		María Cristina Castañón Bautista	
Guillermo Amaya Parra		Claudia Lizeth Márquez Martínez	

Fecha: 31 de agosto de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Proporcionar al alumno de ingeniería la asesoría en conocimientos teóricos y prácticos para el diseño de proyectos innovadores que puedan generar un emprendimiento social, de alto impacto o de servicios. A través de una propuesta de un modelo de negocio y la estructura de un plan de negocios, donde contemple aspectos técnicos, operativos, de mercado y de costos, mediante una actitud emprendedora con habilidades directivas, responsabilidad y ética; introduciendo al ingeniero en el mundo laboral, formando empleadores exitosos que contribuyan al desarrollo económico de la región.

Esta asignatura es importante para desarrollar nuevos conocimientos y proporcionar las herramientas necesarias para la elaboración de un Modelo de Negocio y la estructura de un plan de negocios visionario y creativo a través de un enfoque de liderazgo tomando en cuenta técnicas, habilidades y actitudes que favorezcan la preparación integral y profesional del alumno. Esta asignatura pertenece a la etapa disciplinaria con carácter obligatoria. Además, forma parte del área de Ciencias Económico Administrativas para los programas educativos de la DES de Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar una propuesta de modelo de negocio con un enfoque tecnológico e innovador de productos y/o servicios, a través del uso y aplicación de modelos de negocios, un mínimo producto viable (Prototipo), determinación de costos, gastos y fijación de precios, con la finalidad de pasar de ideas a un emprendimiento social, de alto impacto o de servicios con la finalidad de resolver una problemática o necesidad del mercado, con creatividad, innovación, responsabilidad social y liderazgo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrolla el diseño de un modelo de negocios que contenga el análisis estratégico de necesidades del mercado, modelos de negocios, análisis de costos, prototipo mínimo viable, análisis de protección del producto o servicio, elaboración de un sondeo de mercado y su análisis e interpretación y un pitch donde se observe el liderazgo del emprendimiento propuesto. Entrega por vía electrónica y presenta el modelo de negocio ante el grupo o Expo Emprendedores.

Contenido: **Duración:**

1.1 Iniciativa emprendedora y Liderazgo
- 1.1.1 Que es emprender y razones para hacerlo
- 1.1.2 Características del emprendedor
- 1.1.3 Tipos de emprendimiento

1.2 Liderazgo y emprendimiento

2. Modelos de Negocios.

2.1 Modelo de negocios Canvas
- 2.1.1 Segmento del mercado
- 2.1.2 Propuesta de valor
- 2.1.3 Canales de distribución
- 2.1.4 Relación con los clientes
- 2.1.5 Flujos de efectivo
- 2.1.6 Actividades claves
- 2.1.7 Recursos claves
- 2.1.8 Alianzas estratégicas
- 2.1.9 Estructura de costos

2.2 Lean Canvas
- 2.2.1 Problema
- 2.2.2 Segmento de mercado
- 2.2.3 Propuesta de valor
- 2.2.4 Solución
- 2.2.5 Canales
- 2.2.6 Estructura de costos
- 2.2.7 Fuentes de ingresos
- 2.2.8 Métricas claves
- 2.2.9 Ventaja competitiva

2.3 Canvas “B”
- 2.3.1 Problema identificado
- 2.3.2 Segmento
- 2.3.3 Propósito
- 2.3.4. Propuesta de valor
- 2.3.5. Relaciones
- 2.3.6. Canales

2.3.7. Actividades claves
2.3.8. Recursos claves
2.3.9. Cadena de valor
2.3.10. Métricas de impacto
2.3.11. Estructura de costos
2.3.12. Fuentes de ingresos

3. Propiedad Intelectual.
3.1. Indautor
3.2. Propiedad Intelectual
3.2.1 Invenciones (patentes, modelos de utilidad, Diseños Industriales)
3.2.2. Signos distintivos (registro de marca, avisos comerciales)

4. Fuentes de financiamiento.
4.1. Publicas (inadem, SEDECO, SE, CONACYT,COCYT)
4.2. Privadas (Capital de riesgo, Venture Capital, etc.)
4.3. Bancarias

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar las características del emprendedor y el emprendimiento, a través de una investigación documental sobre conceptos y ejemplos, para el autoconocimiento, con pensamiento crítico, reflexivo, autoconfianza y respeto a los otros.	Analiza las características del emprendedor y el emprendimiento por medio de la aplicación de un test y desarrollo de un vídeo con duración de 1 a 3 minutos.	Cámara Proyector Computadora Micrófono	4 horas
2	Potenciar el pensamiento lateral, a través de las técnicas de creatividad, para estimular el desarrollo de ideas innovadoras, con disposición al cambio, flexibilidad, respeto a las ideas ajenas.	Utiliza una de las siguientes técnicas: historieta, lluvia de ideas, seis sombreros para pensar, los cinco porqués, mapas mentales, para identificar cómo se potencia el pensamiento lateral. Entrega tus conclusiones y comparte al grupo.	Proyector Computadora Papel Pluma Lápiz Revistas	4 horas
3	Analizar modelos de negocios de ideas, a través de la identificación de los modelos CANVAS, LEAN CANVAS y CANVAS B, para su aplicación dependiendo del tipo de proyecto, con pensamiento analítico, reflexivo, inductivo.	Investiga en distintas fuentes documentales los tipos de modelos de negocios, diferencias, ejemplos y aplicación CANVAS, LEAN CANVAS y CANVAS B. realiza un cuadro comparativo características, áreas de aplicación, ventajas y desventajas.	Proyector Computadora Papel Pluma Lápiz Impresora Hojas	8 horas
UNIDAD II				

4	Identificar una necesidad o problemática, a través de la aplicación del modelo de negocios CANVAS, para desarrollar una idea de negocio tradicional que satisfaga la problemática o necesidad detectada, con actitud optimista, proactiva y con ahínco.	Identifica una problemática o necesidad de tu área de negocio, y resuelve a través de la aplicación del modelo CANVAS, entrega un lienzo o sabana, figura o lamina, del modelo de negocio CANVAS con los nueve bloques.	Lienzo Computadora Impresora Hojas Software	8 horas
5	Identificar una necesidad o problemática en el área de ingeniería, a través de la aplicación del modelo de negocios LEAN CANVAS, para desarrollar una idea de negocio que satisfaga la problemática o necesidad detectada, con actitud optimista, proactiva y con ahínco	Identifica una problemática o necesidad de tu área de negocio, y resuelve a través de la aplicación del modelo LEAN CANVAS, entrega un lienzo, sabana, figura o lamina del modelo de negocio LEAN CANVAS con los nueve bloques.	Lienzo Computadora Impresora Hojas Software	8 horas
UNIDAD III				
6	Identificar una necesidad o problemática de la sociedad, a través de la aplicación del modelo de negocios CANVAS B, para desarrollar una idea de negocio que satisfaga la problemática o necesidad de manera autosostenible, con actitud optimista, proactiva y con ahínco	Identifica una problemática o necesidad de tu área de negocio, y resuelve a través de la aplicación del modelo CANVAS B, entrega un lienzo, sabana, figura o lamina del modelo de negocio CANVAS B con los once bloques.	Lienzo Computadora Impresora Hojas Software	8 horas
7	Proponer un negocio, basado en un modelo de negocio (CANVAS, LEAN CANVAS o CANVAS B), para generar impacto económico, social y sostenible, con actitud	Identifica una problemática o necesidad de la comunidad, y resuelve a través de la aplicación de un lienzo CANVAS en función al tipo de modelo de negocio a	Lienzo Computadora Impresora Hojas Software	10 horas

	creativa, liderazgo, responsabilidad social e innovación.	desarrollar, entrega un lienzo con los bloques desarrollados. La información debe integrar el mínimo producto viable (prototipo)		
8	Identificar las figuras jurídicas de propiedad intelectual, para determinar si es una invención o un signo distintivo, por medio de la aplicación de las leyes y reglamentos de la propiedad intelectual, con honestidad y creatividad.	Realiza búsquedas tecnológicas o búsquedas fonéticas de las figuras jurídicas y reporta en un cuadro comparativo las características y efectos técnicos de la idea que desea proteger.	- Bases de datos, Videos, Ordenador de internet, Computadora, Casos prácticos, Cañón de proyección.	5 horas
9	Definir la figura jurídica de propiedad intelectual, para la protección del proyecto tecnológico a desarrollar, a través de búsquedas del estado de la técnica y fonéticas, con honestidad, integridad profesional, creatividad e innovación.	Elabora los informes que incluyan la solicitud de la invención, su redacción y la solicitud registro de marca.	Bases de datos, Videos, Ordenador de internet, Computadora, Casos prácticos, Cañón de proyección.	5 horas
10	Identificar las fuentes de financiamiento de proyectos tecnológicos, para determinar cómo financiar la idea de negocio, por medio de apoyos públicos o privados o recursos propios, con entusiasmo y perseverancia	Determina una estructura de costos, identifica las posibles fuentes de financiamientos y generar una tabla comparativa con las ventajas y desventajas de cada una de estas.	Bases de datos, Videos, Ordenador de internet, Computadora, Casos prácticos, Cañón de proyección.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

-

Estrategia de enseñanza (docente)

- Empleando las técnicas grupales de acuerdo con el desarrollo de la competencia, (Expositiva, Demostrativa y Dialogo/discusión).
- Presentarse ante el grupo: Aplicando la técnica de integración grupal explicando el objetivo y las instrucciones de la técnica, participando junto con el grupo y realizando la actividad de presentación entre los participantes. Preguntando y ajustando las expectativas de los participantes.
- Acordar reglas de operación durante las sesiones.
- Informar a los alumnos sobre la forma en que se evaluará su aprendizaje: Especificar el momento de aplicación, indicar los criterios que se utilizarán e instrumentos de evaluación a utilizar.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- Análisis de materiales propuestos por el docente, investigación de literatura por vía electrónica y trabajo en forma colaborativa. Debate sobre los materiales impresos.
- Exposición en clase.
- Elaboración de proyecto empresarial en forma escrita y/o electrónica

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Examen Ordinario (2)……..……...30%
Evidencia de desempeño ……..... 30%
(diseño de un modelo de negocios que contenga el análisis estratégico de necesidades del mercado, modelos de negocios, análisis de costos, prototipo mínimo viable, análisis de protección del producto o servicio, elaboración de un sondeo de mercado y su análisis e interpretación y un pitch donde se observe el liderazgo del emprendimiento propuesto. Entrega por vía electrónica y presenta el modelo de negocio ante el grupo o Expo Emprendedores.)
Prototipo ……..…….10%
Trabajos y trabajos …….……...20%
Presentación en expo emprendedores ……..….. 10%

Total …….……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Alcaraz, R. (2015). *Emprendedor de éxito.* (5a.) McGraw Hill, México.

Anzola, S. (2002). *La actitud emprendedora: espíritu que enfrenta los retos del futuro*. México: McGraw Hill. [clásica]

IMPI. (2018). *Guía del usuario para el registro de marca, avisos y publicaciones comerciales*. Recuperado de https://www.gob.mx/impi/documentos/coleccion-guia-de-usuarios

IMPI. (2018). Recuperado de https://www.gob.mx/impi/

Maurya A. (2012). *Cómo crear tu lienzo lean*; Spark59. Recuperado de: https://martesemprendedor.files.wordpress.com/2014/05/como_crear_lienzo_lean.pdf

Osterwalder, A. y Pigneur Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers.* USA: John Wiley & Sons.

Rodríguez, M. (1998*). Liderazgo: desarrollo de habilidades directivas.* México: El manual moderno. [clásica]

Complementarias

Adán, P., y González, A. (2015). *Emprender con Éxito; 10 claves para generar modelos de negocio*. México: Alfa omega.

Bachrach, E. (2014). *ÁgilMente: aprende cómo funciona tu cerebro para potenciar tu creatividad y vivir mejor*. Buenos Aires: Grijalbo.

Della, G. (2016). *El Canvas B: Diseñando modelos de negocios sostenibles.* Recuperado de http://innodriven.com/el-canvas-b-disenando-modelos-de-negocios-sostenibles/

Fuentel saz, L., & Montero, J. (2015). *¿Qué hace que algunos emprendedores sean más innovadores?* Universia Business Review, (47), 14-31. Recuperado de: https://ubr.universia.net/article/view/1529/-que-que-emprendedores-mas-innovadores-

White, J. (2010). *La naturaleza del liderazgo.* Madrid: Grupo Nelson. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de este curso debe ser Licenciado (a) en administración de empresas, ingeniero o carrera a fin en áreas económico administrativas, preferentemente con posgrado con líneas de investigación en áreas económico administrativas, o contar con experiencia mínima de 3 años como consultor en el área de emprendimiento, o experiencia en gerencial, ser o haber sido empresario, deseable experiencia docente y estudios en el área de emprendimiento y liderazgo. El profesor debe ser respetuoso, responsable y creativo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Seminario de Bioingeniería

5. **Clave**:

6. **HC:** 00 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 00 **CR:** 02

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Obligatoria

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**	**Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas**	**Firma**
Miguel Enrique Bravo Zanoguera Priscy Alfredo Luque Morales		Alejandro Mungaray Moctezuma Humberto Cervantes de Ávila María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Uno de los propósitos es el de proporcionar al alumno experiencias en la aplicación de la Bioingeniería en los ámbitos profesionales de la industria y la investigación científica. A través de la presentación de talleres por profesionales de la bioingeniería donde analizan un proyecto profesional personal exitoso en el que contemplan aspectos técnicos, científicos, operativos, de mercado y de costos. Se busca también, el introducir al bioingeniero por egresar en el mundo laboral que contribuye al desarrollo económico de la región, y preparar lo para que presenten sus exámenes de egreso con el propósito específico de determinar el grado de aprovechamiento global.

El seminario es una reunión especializada, de naturaleza técnica-académica, que intenta desarrollar un estudio sobre los temas más actuales y relevantes en los campos de la Bioingeniería. Esta asignatura es importante para desarrollar en los alumnos por egresar, una seguridad por los conocimientos, herramientas, habilidades y actitudes adquiridas que favorecen la preparación integral y profesional de un egresado, y que son necesarias para mantener un enfoque de liderazgo. Esta asignatura pertenece a la etapa terminal con carácter obligatoria. Además, forma parte del área de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Investigar la importancia de la Bioingeniería en el entorno científico-profesional y su repercusión en la sociedad actual, mediante la recopilación de información en seminarios de profesionistas del área y empresarios de la localidad, para despertar en el estudiante el interés de distintas temáticas donde pueden desarrollarse en su vida profesional, con creatividad y actitud proactiva.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

El alumno desarrolla un producto audiovisual sobre el ámbito laboral del bioingeniero y en donde se aborda el impacto que tiene el Bioingeniero en la sociedad, basándose en los reportes compuestos de las presentaciones realizadas por los investigadores, empresarios y egresados, así como del examen de egreso aplicado. Se entrega en formato digital que incluyan los apartados de introducción, competencia, marco teórico, resultados, conclusiones y referencias.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Contenido:

1. Habilidades para la investigación en bioingeniería
2. Seminario de empresas
3. Seminario de egresados
4. Examen de egreso

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Identificar medios de investigación, a partir de un seminario con especialistas, para reflexionar sobre el método científico, con respeto, actitud crítica y colaborativa.	La realización de seminarios con especialistas familiariza a los alumnos sobre los medios de investigación y la reflexión en el método científico, en un ambiente de recíproca comunicación.	Equipo audiovisual Notas del seminario Biografía del expositor	8 horas
2	Distinguir los métodos del trabajo del sector productivo, mediante el análisis de las diferentes estrategias utilizadas por las empresas, para analizar las oportunidades de trabajo y responsabilidades en la industria, con una actitud crítica y de colaboración.	En juntas de naturaleza técnica se lleva a cabo la exposición por empresarios de las operaciones necesarias para el desarrollo de sus organizaciones. Como en la reunión se favorece un ambiente de interacción entre los expositores especialistas y los participantes, los alumnos logran indagar información muy elaborada.	Equipo audiovisual Notas del seminario Biografía del expositor	8 horas
3	Analizar la experiencia laboral de los egresados destacados, interactuando en seminarios con especialistas, para comprender las diferentes áreas de trabajo de un bioingeniero, con responsabilidad y creatividad.	Egresados presentan lo que ha sido su proyecto profesional personal, en un seminario donde interactúan con los alumnos, quienes pueden contemplar los aspectos técnicos, científicos, operativos, de mercado y de costos que representa.	Equipo audiovisual Notas del seminario Biografía del expositor	8 horas
4	Comprobar la adquisición de las competencias de egreso del Bioingeniero, mediante la aplicación del examen general de egreso, para determinar su grado de aprovechamiento global, con actitud proactiva y responsable.	Realizar el examen de egreso del plan de estudios para determinar el grado de aprovechamiento global del alumno.	Guía de examen Calculadora Formatos de examen	8 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
En esta unidad de aprendizaje, el docente es un apoyo para el aprendizaje y proporciona información necesaria para que el alumno logre la integración de los diversos temas presentados en los seminarios. Revisa los reportes realizando observaciones pertinentes para que exista una retroalimentación y un desarrollo adecuado de los talleres.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El estudiante toma notas de las presentaciones realizas durante curso. Trabaja de manera individual y en equipo para organizar y efectuar propuestas de proyectos. Elabora y entrega reportes de cada presentación, y participa de una manera crítica, y respetuosa durante todo el semestre

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Asistencia ……20%
- Evidencia de desempeño.....80%
  (Producto audiovisual sobre el ámbito laboral del bioingeniero)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Bailey, D. (2016). *Biomedical engineers.* Estados Unidos: Mason Crest. Roads Well Laid, Paths Less Traveled. *Career Development in Bioengineering and Biotechnology*. Estados Unidos: Springer. Recuperado de https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-76495-5 [recurso electrónico] Terán, D.M. (2017). *Bioingeniería*. México: Alfaomega.	Hofstadt, C.J. (2005). *El libro de las habilidades de comunicación cómo mejorar la comunicación personal*. España: Madrid Díaz de Santos D.L. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Ingeniería o área afín, preferentemente con posgrado en Ciencias o Ingeniería. Deberá manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y con vocación de servicio a la enseñanza. Y tener una experiencia laboral y docente de cuando menos cinco años.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate; Facultad Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas, Escuela de Ingeniería y Negocios, Guadalupe Victoria; y Facultad de Ingeniería y Negocios, San Quintín.

2. Programa Educativo: Ingeniero Aeroespacial, Ingeniero Civil, Ingeniero Eléctrico, Ingeniero en Computación, Ingeniero en Electrónica, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero en Mecatrónica, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Químico, Ingeniero en Nanotecnología; y Bioingeniero.

3. Plan de Estudios: 2019-2

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Cálculo Multivariable

5. Clave: 34948

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Obligatoria

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
09 NOV 2018
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	Firma
Enrique Efrén García Guerrero		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Luis Arturo Martínez Alvarado		José Luis González Vázquez	
Jesús David Avilés Velázquez		Claudia Lizeth Márquez Martínez	
Berenice Fong Mata		Humberto Cervantes De Ávila	
Diego Armando Trujillo Toledo		Mayra Iveth García Sandoval	
Marco Antonio Flores Zamora		María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 22 de febrero de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Esta asignatura es necesaria para la formación adecuada del Ingeniero, ya que proporciona las bases y principios del cálculo diferencial e integral de varias variables. Cálculo Multivariable es la rama de las Matemáticas que relaciona los procesos de límite, derivadas parciales e integración múltiple para la solución de problemas de ingeniería. Las competencias de esta unidad de aprendizaje son necesarias para desarrollar los temas que se encontrarán en etapas posteriores.

Esta asignatura se ubica en la etapa básica con carácter de obligatoria, se imparte en el Tronco Común de las DES de Ingeniería, para cursar esta unidad de aprendizaje, se recomienda haber cursado la asignatura Calculo Integral.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los conceptos y técnicas del cálculo vectorial, a partir de la generalización del cálculo diferencial e integral de funciones reales de varias variables y software orientado a las matemáticas, para abordar la solución a problemas multidisciplinarios de ingeniería, con una actitud honesta, creativa y con buena disposición al trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Entrega un compendio de problemas resueltos en clase, taller y tareas, de forma analítica, numérica y gráfica con apoyo de software de aplicación, sobre planos y superficies en el espacio, derivadas e integrales de funciones de varias variables, campos vectoriales y sus correspondientes aplicaciones, donde se enfatice: i) el planteamiento del problema mediante un bosquejo, ii) el desarrollo detallado del procedimiento matemático empleado y iii) la interpretación del resultado obtenido.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Geometría en el espacio

Competencia:
Bosquejar los esquemas que involucran rectas, planos, cilindros y superficies cuadráticas díganse en coordenadas cartesianas, cilíndricas o esféricas, para plantear o proponer alternativas de solución a problemas específicos y diversos, a partir de la descripción y manipulación matemática basada en algebra vectorial, con actitud propositiva, objetiva y realista bajo un ambiente de trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 8 horas

1.1 Rectas
- 1.1.1 Ecuación vectorial.
- 1.1.2 Ecuación en forma paramétrica.
- 1.1.3 Ecuación en forma simétrica.
- 1.1.4 Representación en términos de función vectorial.

1.2 Planos
- 1.2.1 Ecuación vectorial.
- 1.2.2 Ecuación general.

1.3 Cilindros.
1.4 Superficies cuadráticas.
1.5 Coordenadas cilíndricas y esféricas.

UNIDAD II. Cálculo diferencial de funciones de más de una variable de la unidad

Competencia:
Aplicar la generalización del cálculo diferencial de funciones reales de una sola variable, a partir de las técnicas de derivación en funciones de varias variables, para abordar el estudio y la interpretación de los fenómenos de interés desde una perspectiva científica y tecnológica, con actitud objetiva y realista en un contexto de trabajo en colaborativo.

Contenido: **Duración:** 6 horas

2.1 Funciones de más de una variable.
- 2.1.2 Dominio y Rango
- 2.1.3 Curvas de nivel

2.2 Concepto de límite y continuidad.

2.3 Derivadas parciales de primer orden y de orden superior.
- 2.3.1 Derivadas Direccionales
- 2.3.2 Diferencial total.
- 2.3.3 Regla de la cadena.

UNIDAD III. Aplicaciones de derivadas parciales

Competencia:
Aplicar la generalización del cálculo diferencial de funciones reales de varias variables, a partir de las técnicas de derivación vectorial, para resolver problemas relativos a la ciencia o la tecnología en términos de notación matemática estándar, con disposición al trabajo colaborativo en forma organizada y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1 Gradientes, Divergencia y Rotacional.
3.2 Tangentes y normales a superficies.
    3.2.1 Rectas y Planos Tangentes
    3.2.2 Rectas normales
3.3 Valores extremos de funciones de varias variables.
    3.3.1 Aplicación de gradientes para máximos y mínimos

UNIDAD IV. Integración múltiple

Competencia:
Aplicar la generalización del cálculo integral de funciones reales de una sola variable, a partir de las técnicas de integración de funciones de varias variables, para abordar el estudio y la interpretación de los fenómenos de interés desde una perspectiva científica y tecnológica, con actitud objetiva y realista en un contexto de trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1 Integrales dobles en diferentes sistemas de coordenadas
4.2 Integrales triples en diferentes sistemas de coordenadas
4.3 Aplicaciones de integrales múltiples.

UNIDAD V. Funciones vectoriales

Competencia:
Aplicar la generalización del cálculo integral de funciones reales de varias variables, a partir de las técnicas de integración vectorial, para resolver problemas relativos a la ciencia o la tecnología en términos de notación matemática estándar, con disposición al trabajo colaborativo en forma organizada y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1 Funciones Vectoriales
  5.1.1 Ecuaciones paramétricas de curvas en el espacio.
5.2 Campos vectoriales.
5.3 Integrales de línea.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Analizar rectas y planos, a través de su representación matemática y gráfica, para identificar sus propiedades y aprovecharlas en la solución a problemas específicos de la geometría tridimensional, con buena disposición para el trabajo en equipo.	Grafica la ecuación de la recta y el plano a partir de la información proporcionada en el problemario, resuelve de manera individual, coteja en equipo y utiliza el software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de aplicación	4 horas
2	Analizar cilindros y superficies cuadráticas, a través de su representación matemática y gráfica, para identificar sus propiedades y aprovecharlas en la solución a problemas específicos de la geometría tridimensional, con buena disposición para el trabajo en equipo.	Grafica cilindros y superficies a partir de la información proporcionada en el problemario, resuelve de manera individual, coteja en equipo y utiliza el software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de aplicación	4 horas
3	Analizar los diferentes sistemas coordenados, a través de la representación gráfica de diferentes figuras, para enriquecer su ámbito de solución a problemas específicos de la geometría	Grafica diferentes figuras geométricas en los sistemas cartesiano, cilíndrico y esférico, proporcionados en el problemario, resuelve de manera individual, coteja los resultados en equipo y	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de aplicación	4 horas

	tridimensional, con actitud honesta, objetiva y tolerante para trabajar en equipo.	utiliza un software de aplicación. Entrega la solución del problema.		
4	Determinar el dominio y el rango de funciones de varias variables, para describir de forma geométrica la naturaleza de la función, a través de la gráfica del dominio, con actitud crítica y reflexiva.	Encuentra el dominio y el rango de diferentes funciones proporcionadas en el problemario, grafica el dominio respectivo. Coteja los resultados en equipo y utiliza un software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de aplicación	4 horas
5	Describir una función de varias variables, a partir del graficado de sus curvas de nivel, para tener otra perspectiva de análisis del comportamiento, con actitud crítica y objetiva.	Grafica diferentes curvas de nivel de los ejercicios proporcionados en el problemario, resuelve de manera individual, coteja los resultados en equipo y utiliza un software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de aplicación	4 horas
6	Calcular el límite de funciones de varias variables, a partir de las técnicas y teoremas respectivos, para comprender los fundamentos de la derivada y su generalización en $\mathbf{R}^3$, con una actitud propositiva y colaborativa.	Evalúa el límite de funciones de varias variables en los ejercicios proporcionados en el problemario, resuelve de manera individual y coteja los resultados en equipo. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, video	4 horas
7	Calcular derivadas parciales de 1^{er} orden y orden superior en funciones de varias variables, a partir de las reglas de derivación, para visualizar su potencialidad en aplicaciones tales como en la física matemática, con una actitud crítica, reflexiva y de colaboración.	Evalúa de manera individual la derivada *n-esima* en funciones de varias variables en los ejercicios proporcionados en el problemario y compara los resultados de manera grupal. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, video	4 horas
8	Aplicar el operador Nabla en	Resuelve de manera individual	Pizarrón, marcadores, video	4 horas

	funciones matemáticas de varias variables, a partir de la definición del gradiente, divergencia y rotacional, para solucionar problemas específicos, con una actitud objetiva y reflexiva mostrando en todo momento disposición para el trabajo colaborativo.	problemas de gradiente, divergencia y rotacional de los ejercicios proporcionados en el problemario. Coteja en equipo y entrega la solución del problema.		
9	Aplicar la doble integración en coordenadas cartesianas y polares, a partir de la integración simple, para el cálculo de áreas de diferentes figuras geométricas en $\mathbf{R}^2$, con actitud creativa y objetiva y alto nivel de colaboración grupal.	Evalúa de manera individual la doble integral en coordenadas cartesianas y polares, proporcionados en el problemario. Coteja los resultados en equipo y utiliza un software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de solución	4 horas
10	Aplicar la triple integración en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas, a partir de la integración simple, para el cálculo de volúmenes de diferentes figuras geométricas en $\mathbf{R}^3$, con actitud creativa y objetiva y alto nivel de colaboración grupal.	Evalúa de manera individual la triple integral en coordenadas cartesianas, cilíndricas y esféricas, proporcionados en el problemario. Coteja los resultados en equipo y utiliza un software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de solución	4 horas
11	Aplicar funciones vectoriales, a partir de sus representaciones paramétricas, para estudiar sus propiedades en aplicaciones de ingeniería y ciencias, con una actitud crítica, reflexiva y de colaboración.	Generar de manera individual las funciones vectoriales de los ejercicios propuestos en el problemario. Coteja los resultados en equipo y utiliza un software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, animaciones numéricas, software de solución	4 horas
12	Aplicar la integral de línea, a partir de la operatividad vectorial, para el cálculo del flujo y circulación sobre una función vectorial inmersa en un campo vectorial, con actitud objetiva y tolerante para trabajar en equipo.	Evalúa las integrales de línea en los ejercicios propuestos en el problemario. Coteja los resultados en equipo y utiliza un software de aplicación. Entrega la solución del problema.	Pizarrón, marcadores, video, software de solución	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

- Expondrá los temas centrales del curso y resolverá problemas típicos a manera de ejemplo en metodología, análisis y manejo matemático.
- Se apoyará en algunos casos de algunas simulaciones numéricas y videos cortos, a manera de conceptualizar conceptos y reforzar ideas en los estudiantes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

- A partir de la información que se proporcione de problemas específicos, el estudiante debe:
- Visualizar e interpretar el requerimiento solicitado
- Plasmar una representación gráfica de lo solicitado
- Planear una estrategia que le permita ejecutar un desarrollo matemático, a fin de obtener y/o proponer un resultado
- Analizar e interpretar el resultado obtenido para validar si cumple los requerimientos solicitados
- Cotejar sus resultados en su equipo de trabajo
- Exponer sus resultados frente al grupo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

4 exámenes parciales..…….....40%
Participación en clase…….... 10%
Compendio de problemas...……..... 50%
(Talleres ……25%
Tareas…….……..…25%)
Total……..……....100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Benítez, R. (2011). *Geometría vectorial. D*.F., México: Trillas.

Murray, S. (2009). *Vector Analysis*. USA: Schaum's outline series.

Stewart, J. (2008). *Cálculo De varias variables. Trascendentes tempranas. (6ª ed.)* D.F., México: Cengage Learning.

Zill, D. & Wright, W. (2011). *Matemáticas 3. Cálculo de varias variables. (4ª ed.).* D.F., México: McGraw-Hill.

Complementarias

Fleisch, D. (2012). A student's guide to vectors and tensors. United Kingdom: Cambridge.

Larson, Ron; Hostetler, Robert P.; Edwards, Bruce H. (2009). *Cálculo de varias variables. Matemáticas 3*. (8ª ed.) D.F., México. McGraw-Hill.

Murray R. Spiegel. (1997). *Manual de fórmulas y tablas matemáticas*. Schaum's. McGraw-Hill.

Fuentes Electrónicas:

Schaum's outlines: *Vector analysis and an introduction to tensor analysis. (2a ed.)*

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta el curso de Cálculo Multivariable, requiere título de Licenciatura o Ingeniería en el área de Ciencias Exactas, de preferencia con Posgrado en Ciencias Exactas o Ingeniería. Debe contar con experiencia impartiendo asignaturas de Matemáticas a Nivel Superior. Así como tener habilidad para conducir a los estudiantes en la apropiación del conocimiento a través de preguntas que lleven a la reflexión y al análisis. Tener conocimientos de las aplicaciones o paqueterías actuales que realicen cálculos matemáticos y gráficas en el espacio tridimensional. Es deseable que cuente con experiencia en la aplicación de los contenidos a situaciones reales para despertar el interés y la motivación entre los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. Programa Educativo: Bioingeniero

3. Plan de Estudios:

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Bioética

5. Clave:

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Básica

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Optativa

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Tatiana Nenetzen Olivares Bañuelos		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Mónica Isabel Soto Tapiz		Humberto Cervantes de Ávila	
		María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de esta asignatura es guiar al alumno en la revisión de los fundamentos científicos de cada tema y posteriormente plantearle ejercicios que involucren problemas éticos derivados de la bioingeniería, con el objetivo de inducirlo a la reflexión, al análisis grupal, el debate, y el desarrollo de habilidades para la toma de decisiones en un ambiente laboral. La importancia de esta asignatura es que el alumno será capaz de aplicar los conocimientos científicos, tecnológicos, humanísticos y de gestión para dar solución a las problemáticas de carácter ético de su propia disciplina.
Bioética es una asignatura optativa que se ubica en la etapa básica de la licenciatura en Bioingeniería y contribuye al área de conocimiento de Ciencias Sociales y Humanidades.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Constatar los efectos de los conflictos éticos relativos a la práctica de la bioingeniería, mediante la reflexión crítica y responsable en el análisis de casos, para tomar decisiones razonadas y sin prejuicios, y moralmente defendibles en situaciones relacionadas con la biotecnología, con respeto a los derechos humanos y compromiso social.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Documento escrito y presentación del proyecto vinculado a la bioética, con las siguientes características: resumen, introducción, antecedentes, fundamentos, métodos, resultados, discusión, conclusiones y referencias bibliográficas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. La Bioética: una nueva disciplina en la vida del ser humano

Competencia:
Integrar un concepto personal sobre el significado de la vida humana y la manera en que la ética y la bioética han contribuido al respeto y entendimiento de ésta a nivel local, nacional e internacional, mediante la comprensión de los principios bioéticos y pautas internacionales, que permitan valorar y fomentar el respeto por el ser humano, así como coexistir de forma solidaria y responsable, tanto con los congéneres como con el medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1. La vida humana
1.2. ¿Qué es la ética?
1.3. ¿Qué es bioética, cuáles son los principios fundamentales de la bioética?
1.4. Pautas éticas internacionales: sucesos que marcaron el desarrollo de la bioética

UNIDAD II. La experimentación humana en las biociencias

Competencia:
Analizar cuál ha sido el desarrollo de la investigación en humanos y cómo se han impulsado ramas de la ciencia como la biotecnología, la bioingeniería, la genética y la biomedicina, entre otras, para mejorar la calidad de vida del ser humano de acuerdo a los principios de respeto, libertad, equidad e integridad, mediante la comprensión de normas, leyes y organismos de regulación, con una visión colectiva eficiente, compromiso social y respeto a la ciencia.

Contenido: **Duración:** 12 horas

2.1. La experimentación humana en la historia
2.2. Definición y normas oficiales que rigen la bioética, biomedicina, biotecnología y bioingeniería
2.3. Percepción pública de la biotecnología y bioingeniería
2.4. Experimentación con humanos: clonación, células madre, vacunas
2.5. Leyes sobre extracción y trasplante de órganos: uso de xenotrasplantes
2.6. Organismos genéticamente modificados (OGM): alimentos, bacterias, virus, plantas, animales. El discurso de los transgénicos
2.7. El proyecto del Genoma Humano: problema general, ética, marco legal, mercado laboral, seguros y patentes

UNIDAD III. Control de la natalidad, procreación asistida y eutanasia

Competencia:
Explicar los problemas éticos y morales que se presentan en relación al derecho de la vida de un ser humano, considerando los aspectos sociales, biológicos, humanísticos y científicos relacionados, para generar conocimientos razonados, sin prejuicios y moralmente defendibles con el fin de emitir una opinión responsable sobre los temas, demostrando respeto y equidad.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1. La población humana como el motor que mueve la economía del mundo
3.2. Índices de población mundial: natalidad y muerte
3.3. Los métodos de control de la natalidad para la mejoría de la población
3.4. Problemas éticos que plantea el aborto. Derechos humanos del concebido
3.5. Las técnicas de reproducción asistida
3.6. Nuevos conceptos de paternidad y maternidad: ¿por qué se consideran nuevos retos para la ciencia?
3.7. Definición y criterios de muerte. La eutanasia y sus alternativas

UNIDAD IV. El deterioro ambiental

Competencia:
Valorar distintos enfoques sobre la sociedad moderna, el medio ambiente, la ciencia y la tecnología, mediante propuestas teóricas y evidencia empírica, para reflexionar sobre las consecuencias positivas y negativas del desarrollo biotecnológico con la finalidad de tomar decisiones objetivas en pro de la sociedad, con responsabilidad, justicia y ética.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1. Construcción de la definición de ambiente y medio ambiente
4.2. Ecosistemas y Biosfera
4.3. Normas nacionales e internacionales que rigen el ambiente y medio ambiente
4.4. Desarrollo económico y deterioro ambiental
4.5. Problemas ambientales diversos: acumulación de residuos, efecto invernadero, cambio climático, generación de nuevas energías, aprovechamiento y contaminación del agua, extinción de especies
4.6. Responsabilidades: hacia un desarrollo sustentable de las comunidades
4.7. Problemas comunes en las zonas urbanas
4.8. Políticas públicas que se generan a partir de problemas ambientales

UNIDAD V. La toma de decisiones en Bioética

Competencia:
Argumentar la importancia de la bioética en el quehacer profesional, mediante el pensamiento crítico, responsabilidad social y la justicia e imparcialidad, para comprender el papel del profesionista como gestor de la bioingeniería, con libertad e integridad.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1. La libertad como valor
5.2. El pensamiento crítico como herramienta
5.3. La decisión como responsabilidad social
5.4. La justicia para generar equidad e imparcialidad

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Generar un concepto personal sobre el significado de la vida humana, mediante discusiones grupales, que permitan valorar y fomentar el respeto por el ser humano, con integridad y objetividad.	Discute el significado de la vida con los compañeros de clase, construye un cuadro sobre la importancia del valor del ser humano, realiza y entrega un reporte escrito sobre el tema.	Equipo de cómputo, hojas y Pintarrón.	4 horas
2	Identificar los antecedentes de la bioética a nivel internacional, mediante lecturas *ad hoc* y discusiones grupales que permitan la coexistencia de forma solidaria, tanto con sus congéneres como con el medio ambiente.	Discute de manera grupal los conceptos de bioética a nivel nacional e internacional, elabora una infografía con texto e imágenes digitales sobre la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos; entrega reporte de trabajo en equipo o individual.	Proyector, Equipo de cómputo, internet, hojas y pintarrón	4 horas
UNIDAD II				
3	Examinar el tema de la experimentación humana, mediante notas científicas, para percibir su entorno social y académico, con una visión colectiva, eficiente y bioética.	Elabora un blog en equipo con notas periodísticas de información científica; Realiza y entrega una infografía en equipo del proyecto del genoma humano.	Proyector, equipo de cómputo, hojas, internet y pintarrón.	4 horas
4	Identificar distintas visiones sobre los transgénicos a nivel nacional e internacional, mediante documentales temáticos, para que sea un profesionista con responsabilidad social, con una	Realiza un reporte de documental “El mundo según Monsanto”. Elabora un reporte de documental “Transgénicos en México”.	Equipo de cómputo, Pintarrón	4 horas

	actitud integradora.			
UNIDAD III				
5	Discutir los métodos de reproducción asistida y las posturas desde el punto de vista maternal y paternal, mediante exposiciones individuales o grupales, considerando los aspectos sociales, biológicos, humanísticos y científicos relacionados, para emitir opinión con responsabilidad sobre el tema y aporte conocimiento científico que fortalezca la equidad, con una actitud objetiva.	Elabora exposición de los métodos de reproducción asistida. Realiza podcast en equipo del tema de maternidad y paternidad. Entrega evidencia de trabajo.	Proyector, equipo de cómputo, pintarrón grabadora o aplicación de audio en teléfono portátil.	4 horas
6	Describir los antecedentes de las investigaciones sobre la sexualidad humana, mediante un ejercicio investigativo, para identificar la situación actual y futuros retos, con responsabilidad y ética.	Elabora reporte de video del trabajo de Alfred Kinsey. Elabora resumen de lecturas científicas respecto al control de la natalidad. Entrega evidencia de trabajo.	Proyector, hojas, internet, equipo de cómputo y pintarrón.	4 horas
UNIDAD VI				
7	Discutir los enfoques sobre la sociedad moderna e identificar problemas del medio ambiente, la ciencia y la tecnología mediante evidencia empírica, para reflexionar sobre las consecuencias positivas y negativas del desarrollo biotecnológico, con responsabilidad, justicia y ética.	Presenta exposición oral de los temas relacionados con el agotamiento y deterioro de los recursos naturales. Elabora reporte de video sobre cambio climático.	Proyector, internet, equipo de cómputo y pintarrón.	4 horas
UNIDAD V				

8	Debatir la importancia de la bioética en el quehacer del profesionista, mediante la simulación de un escenario, para la toma de decisiones pertinentes, con democracia, justicia y libertad.	Participa en ejercicio grupal de simulación de un escenario de toma de decisiones. Elabora resumen de pensamiento crítico.	Proyector, equipo de cómputo y pintarrón.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El profesor expondrá las bases teóricas y algunos casos prácticos de cada tema, diseñará y aplicará evaluaciones periódicas, revisará las tareas, trabajos en clase y proyectos, realizará observaciones pertinentes para que existe una retroalimentación y un desarrollo adecuado de dicha propuesta.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Los alumnos harán exposiciones individuales y en equipo en formato Prezi o Power Point de los temas analizados en clase. Deben ser presentaciones relativas al tema, expuestas claramente y entregando resúmenes o mapas mentales. Los alumnos tendrán la libertad de aportar sus opiniones y críticas en la clase.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Dos evaluaciones parciales…… 40%
- Las actividades en clase y extra-clase…….. 20%
- Evidencia de desempeño..... 40%
  (Proyecto)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Casado, M. y Vilà, A. (2014). *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la Unesco y la discapacidad*. México: Edición Kindle. ISBN: 978-84-475-3849-2

Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México. (2005). *Estatuto epistemológico de la bioética / México*. México: Red Latinoamericana y del Caribe de Bioética de la Unesco. [clásica]

Pérez, T. y Tapia, R. (2008). *Eutanasia: hacia una muerte digna*. México: Foro consultivo científico y tecnológico y Colegio de Bioética, AC. [clásica]

Universidad Autónoma de Baja California. (2014). *Código de Ética*. Recuperado de: http://www.uabc.mx/formacionbasica/documentos/codigo_etica_universitario.pdf

Complementarias

McGee, G. (2012). *Bioethics for Beginners: 60 Cases and Cautions from the Moral Frontier of Healthcare*. Estados Unidos: Wiley-Blackwell. [clásica]

Muñóz, E., et al. (2005). *La opinión de los consumidores españoles sobre los alimentos transgénicos y su seguridad*. Revista Internacional de Sociología, 93-108. ISSN 1988-429X.

Quesada Rodríguez, F. (2013). *La bioética y los derechos humanos: una perspectiva filosófica sobre la justicia en la investigación científica y experimentación clínica con seres humanos*. 30(2), 24-34. Costa Rica: Medicina Legal de Costa Rica.

Vaughn, L. (2012). *Bioethics: Principles, Issues and Cases* (2ª ed.). Inglaterra: Oxford University Press. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe presentar título en Licenciado en Biología, Ciencias Ambientales, ciencias e ingeniería, o área afín, preferentemente con posgrado en ciencias e ingeniería. Se sugiere experiencia laboral y docente de por lo menos dos años. El docente debe contar con facilidad de palabra, fomentar el estudio autodirigido, facilitar el aprendizaje mediante diferentes técnicas y promover el proceso de pensamiento crítico de los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Principios de Química Analítica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 00 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Básica

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Sandra Luz Nevarez Alarcón	
José Luis Becerra Buenrostro	
Aseneth Herrera Martínez	
Fernando Amílcar Solís Domínguez	
Mónica Isabel Soto Tapiz	

Fecha: 16 de octubre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Está estructurado por sesiones presenciales y prácticas de laboratorio, facilitando el aprendizaje de los fundamentos teórico prácticos de química analítica, tales como las herramientas y métodos para realizar un análisis químico, considerando desde el tipo de muestreo, selección del material, sustancias y equipo de laboratorio adecuado para la identificación o determinación cuantitativa del parámetro de interés, como las herramientas básicas de estadística para el análisis de los datos experimentales, reforzando los conocimientos y habilidades adquiridas en el curso de química general y preparándolo para los cursos posteriores en la disciplina de las ciencias naturales y exactas.
El curso de Principios de Química Analítica se ubica en la etapa básica, con carácter optativo y corresponde al área del conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Determinar parámetros de interés y herramientas básicas de estadística, mediante la especificación de la muestra, selección de materiales, sustancias y equipo de laboratorio**,** para establecer relaciones entre las variables experimentales, con actitud de análisis, precisión y responsabilidad.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Bitácora de laboratorio que incluya los reportes de actividades experimentales completos, con metodología, resultados, discusión de resultados, conclusiones y bibliografía.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Herramientas de la Química Analítica

Competencia:
Identificar las herramientas metodológicas y estadísticas, mediante un análisis cuantitativo, atendiendo de manera integral los aspectos de obtención de las muestras y el procesamiento del análisis químico, para asegurar la calidad de los datos experimentales y consecuentemente, la objetividad de los resultados y recomendaciones correspondientes, participando de manera proactiva y responsable en las actividades de investigación bibliográfica y de laboratorio.

Contenido: **Duración:** 10 horas

1.1. Métodos utilizados en química analítica
- 1.1.1 Química analítica: definición, origen, evolución
- 1.1.2 Análisis cualitativo y cuantitativo
- 1.1.3 Métodos clásicos
  - 1.1.3.1 Gravimetría
  - 1.1.3.2 Volumetría
- 1.1.4 Métodos instrumentales

1.2. Procesos analíticos
- 1.2.1. Pasos generales para el análisis
- 1.2.2. Técnicas del muestreo
  - 1.2.2.1. Muestreo de sólidos
  - 1.2.2.2. Muestreo de líquidos
  - 1.2.2.3. Muestreo de gases

1.3. Errores en el análisis cuantitativo
- 1.3.1. Errores groseros, aleatorios y sistemáticos
- 1.3.2. Precisión y exactitud

1.4. Herramientas estadísticas
- 1.4.1 Medidas básicas de tendencia central y variabilidad
- 1.4.2 Pruebas de significancia
  - 1.4.2.1 La prueba F
  - 1.4.2.2 T de student
- 1.4.3 Prueba Q para rechazo de un resultado
- 1.4.4 Mínimos cuadrados, curvas de calibración usando hojas de cálculo

UNIDAD II. Volumetría

Competencia:
Utilizar los fundamentos teóricos de los Métodos Volumétricos de análisis, atendiendo las recomendaciones metodológicas en términos de recopilación, para procesar adecuadamente muestras, minimizar errores experimentales y asegurar la objetividad en los resultados obtenidos, con responsabilidad, compromiso y ética.

Contenido: **Duración:** 12 horas

2.1. Definiciones básicas en volumetría
- 2.1.1. Clasificación de métodos volumétricos
  - 2.1.1.1 Ácido base
  - 2.1.1.2 Precipitación
  - 2.1.1.3 Óxido-reducción
  - 2.1.1.4 Formación de complejos
- 2.1.2. Requisitos de reacción para método volumétrico
- 2.1.3. Estandarización, soluciones patrón
- 2.1.4. Indicadores

2.2. Preparación de disoluciones
- 2.2.1. Concentración porcentual
- 2.2.2. Ppm, ppb
- 2.2.3. Molaridad
- 2.2.4. Molalidad
- 2.2.5. Normalidad
- 2.2.6. Formalidad
- 2.2.7. Diluciones simples y a partir de % pureza y densidad.

2.3. Cálculos de resultados a partir de datos volumétricos.
- 2.3.1 Valoraciones usando molaridad y normalidad
- 2.3.2 Estandarización
- 2.3.2 Retrotitulación

UNIDAD III. GRAVIMETRÍA

Competencia:
Utilizar los fundamentos teóricos de los Métodos Gravimétricos de análisis, atendiendo las recomendaciones metodológicas en términos de recopilación, para procesar adecuadamente muestras, minimizar errores experimentales y asegurar la objetividad en los resultados obtenidos, con responsabilidad, compromiso y ética.

Contenido: **Duración:** 10 horas

3.1. Gravimetría
- 3.1.1. Definición
- 3.1.2. Clasificación de los métodos gravimétricos
- 3.1.3. Pasos para el análisis gravimétrico
- 3.1.4. Tipos de precipitados, conceptos básicos en precipitación.
- 3.1.5. Impurezas en precipitados
- 3.1.6. Cálculos de los resultados a partir de datos gravimétricos
  - 3.1.6.1. Factor gravimétrico
  - 3.1.6.2. Cálculos de masa y porcentaje de analitos en muestras

3.2. Aplicaciones de los métodos gravimétricos

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar las normas de trabajo en el laboratorio de bioingeniería, mediante la revisión del manual de seguridad e higiene, para conocer las reglas básicas de trabajo y prevenir accidentes, con actitud de respeto y colaboración.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes, se revisa el manual de seguridad e higiene para establecer acuerdos sobre metodología de trabajo, vestimenta personal y otros materiales necesarios para trabajo seguro y eficiente de laboratorio. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Manual de prácticas de laboratorio	3 horas
2	Manipular la balanza analítica y granataria, atendiendo el manual del usuario y recomendaciones, para el mantenimiento y minimización de errores experimentales (exactitud), con actitud crítica y colaborativa.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes, se determina masa de estándares en balanza analítica y granataria para determinar la exactitud y presicion en las mediciones. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Balanza analítica, y balanza granataria, manual de prácticas y estándares de masa.	3 horas
3	Manipular la balanza analítica y granataria, atendiendo el manual del usuario y recomendaciones, para el mantenimiento y minimización de errores experimentales (presición), con actitud crítica y colaborativa.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes, se determina la precisión en la mediciones de masa usando balanzas analítica y granataria Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Balanza analítica, y balanza granataria, manual de prácticas y estándares de masa.	3 horas
4	Ejecutar la calibración volumétrica de material de vidrio del laboratorio, empleando como patrón de referencia una medida volumétrica, para verificar la precisión y exactitud de éstos, con actitud crítica y colaborativa.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes, para determinación de indicadores de precisción y exactitud, asi como factores de corrección pertinentes. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Balanza analítica, manual de prácticas y tabla de corrección de volumen.	4 horas

5	Manipulación del conductímetro y pHmetro, atendiendo las recomendaciones del usuario, para el mantenimiento y minimización de errores experimentales, con actitud crítica y colaborativa	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes, para determinar la conductividad y pH de diferentes muestras. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Conductímetro y pHmetro, manual de prácticas y material de laboratorio.	3 horas
6	Manipular el espectrofotómetro, atendiendo el manual del usuario y recomendaciones, para el mantenimiento y minimización de errores experimentales, con actitud de crítica, de respeto y disciplina.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes para elaborar una curva de calibración en función de la relación absorbancia/concentración de reacciones colorimétricas. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Espectrofotómetro manual de prácticas y material de laboratorio.	4 horas
UNIDAD II				
7	Utilizar material, sustancias y equipo de laboratorio, para la realización de pruebas experimentales, mediante los Métodos Volumétricos de Neutralización, con actitud crítica, respetuosa y disciplinada.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes para la determinación cuantitativa de los componentes de una muestra Métodos Volumétricos de Neutralización. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Material, equipo e instrumentos de medición del laboratorio de química analítica y el manual de prácticas.	3 horas
8	Utilizar material, sustancias y equipo de laboratorio, para la realización de pruebas experimentales, mediante los Métodos Volumétricos de Redox, con actitud crítica, respetuosa y disciplinada.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes para la determinación cuantitativa de los componentes de una muestra de Métodos Volumétricos de Redox. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Material, equipo e instrumentos de medición del laboratorio de química analítica y el manual de prácticas.	3 horas
UNIDAD III				
9	Utilizar material, sustancias y equipo de laboratorio, para la realización de pruebas experimentales, mediante los Métodos Gravimétricos de	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes para la determinación cuantitativa de los componentes de una muestra de Métodos Gravimétricos de Volatilización. Se	Material, equipo e instrumentos de medición del laboratorio de química analítica y el manual de prácticas.	3 horas

	Volatilización, con actitud crítica, respetuosa y disciplinada.	elabora y entrega reporte correspondiente.		
10	Utilizar material, sustancias y equipo de laboratorio, para la realización de pruebas experimentales, mediante los Métodos Gravimétricos de Partícula, con actitud crítica, respetuosa y disciplinada.	Conforman equipos de 4 a 6 integrantes para la determinación cuantitativa de los componentes de una muestra de Métodos Gravimétricos de Partículas. Se elabora y entrega reporte correspondiente.	Material, equipo e instrumentos de medición del laboratorio de química analítica y el manual de prácticas.	3 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente):
Se emplea el método expositivo basado en la resolución de problemas y ejercicios practicos, complementado con el trabajo de laboratorio, fomentando el trabajo en equipo.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El alumno trabajará individual y en equipo, desarrollando investigaciones y ejercicios extraclase, elaborando exposiciones para presentar, complementado con su trabajo en el laboratorio.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Exposiciones, tareas y participación en clase……15%
- Evaluación parcial (3)……..50%
- Evidencia de desempeño..... 35%
  (Bitácora de laboratorio)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Christian, G. (2009). *Química analítica*. México: McGraw-Hill. [clásica] Skoog, D., West, D., Holler F. y Crouch S. (2014). *Fundamentos de química analítica* (9ª ed.). México: Thomson.	Rubinson K. y Rubinson J., (2001). *Análisis instrumental*. México: Prentice Hall. [clásica] Santillán, J. (2003). *Cálculos para la preparación de soluciones*. México: Trillas. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente debe contar con título de Licenciatura en Ciencias Naturales y Exactas o Ingenierías afines al área Química, preferentemente contar con Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería, relacionada al área Química; tener experiencia docente de dos años; ser responsable, proactivo, facilitador, dominio grupal, habilidades de comunicación efectiva y ser promotor del aprendizaje colaborativo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. Programa Educativo: Bioingeniero

3. Plan de Estudios:

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Fundamentos de Redes de Datos, Internet y Videoconferencia

5. Clave:

6. HC: 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Disciplinaria

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Optativa

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Víctor Alonso Parra Pacheco	
Paúl Medina Castro	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje es habilitar al estudiante en el uso de tecnologías de redes, videoconferencia e Internet para su aplicación en la telemedicina. A través de las actividades realizadas en esta unidad de aprendizaje el estudiante comprenderá los principios básicos involucrados en estas tecnologías, además será capaz de realizar las pruebas de conectividad más comunes en ambientes reales, esto le permitirá detectar y resolver los problemas más comunes que surgen al establecer un enlace de comunicaciones durante su trayecto formativo, en su vida personal y sobre todo en su vida profesional.
Esta unidad de aprendizaje es de carácter optativo y se encuentra ubicada en la etapa disciplinaria correspondiente al área de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Utilizar la infraestructura de equipos, cableado estructurado y enlaces inalámbricos para establecer y mantener comunicaciones de videoconferencia aplicadas a la telemedicina, a través de la realización de pruebas de conectividad y de calidad de los enlaces, con creatividad, responsabilidad y trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Entrega de reportes escritos de la experimentación y elaboración de prácticas sobre cableado estructurado, redes de área local e inalámbricas, identificación y solución de problemas de conectividad e Internet, y sesiones de videoconferencia en ambientes reales, realizados en los laboratorios correspondientes.
El reporte relacionado con cada práctica debe entregarse en formato electrónico y en tiempo especificado y debe incluir: portada, introducción, desarrollo experimental y conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Fundamentos de Telecomunicaciones

Competencia:

Analizar los fundamentos básicos de las telecomunicaciones, a partir del estudio de los componentes que integran un sistema real de telecomunicaciones, para comprender y asimilar la terminología y funciones involucradas en estos sistemas, con una actitud analítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 Las telecomunicaciones
- 1.1.1 Conceptos básicos
- 1.1.2 Sistema básico de comunicaciones
- 1.1.3 Tipos de señales

1.2 Transmisión de Datos
- 1.2.1 Transmisión de dato en serie y en paralelo
- 1.2.2 Comunicación síncrona y asíncrona
- 1.2.3 Duplexado: Simplex, Semi-duplex, Half-Duplex, Full-Duplex
- 1.2.4 Modulación analógica AM, FM, PM
- 1.2.5 Modulación digital: ASK, FSK, PSK
- 1.2.6 Modulación del pulsos: PWM, PDM, PAM, PPM
- 1.2.7 Codificación PCM
- 1.2.8 Multiplexión en tiempo y en frecuencia
- 1.2.9 Problemas en la transmisión de datos: atenuación, distorsión, interferencia, ruido, relación señal a ruido
- 1.2.10 Técnicas de Corrección de errores: ARQ, FEC, FEC/ARQ
- 1.2.11 Capacidad del canal de comunicaciones:
- 1.2.12 Sistemas de Portadoras: T1, E1

1.3 Estandarización
- 1.3.1 Estándares de jure y de facto
- 1.3.2 Organizaciones de Estandarización

UNIDAD II. Comunicaciones inalámbricas

Competencia:

Analizar la funcionalidad de los enlaces inalámbricos más utilizados, mediante la discusión de los tipos de comunicación inalámbrica existente, así como los fundamentos teóricos básicos, componentes y aplicaciones, para su utilización en la vida cotidiana y su posibilidad de afectación en la vida de las personas, con una actitud analítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 4 horas

2.1 Sistemas inalámbricos terrestre
- 2.1.1 Enlaces de microondas punto a punto
- 2.1.2 Radiocomunicación VHF y UHF
- 2.1.3 Redes WLAN
- 2.1.4 Redes Wifi
- 2.1.5 Redes celulares

2.2 Comunicaciones saltelitales
- 2.2.1 Elementos de un sistema satelital
- 2.2.2 Tipos y clasificaciones
- 2.2.3 Satélites mexicanos
- 2.2.4 Servicios Satelitales: GPS, DTH

2.3 Aspectos y retos técnicos las comunicaciones inalámbricas

UNIDAD III. Redes de Datos

Competencia:

Analizar las funciones realizadas por una red de computadoras, mediante el estudio del modelo de referencia OSI y las topologías de red más utilizadas, para identificar los componentes principales de una red así como su gestión dentro de una institución o empresa, con una actitud ordenada, analítica y de trabajo colaborativo

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Modelo de Referencia OSI
- 3.1.1 Objetivos e historia
- 3.1.2 Capas que lo forman
- 3.1.3 Ejemplos de protocolos en red

3.2 Ethernet
- 3.2.1 Cableado estructurado y cableado UTP
- 3.2.2 Capa MAC

3.3 Capa de red
- 3.3.1 Topologías de red
- 3.3.2 Paquetes de red
- 3.3.3 Datos de Información: segmento y datagrama

3.4 Capa de transporte
- 3.4.1 TCP, UDP y RTP

3.5 Protocolos de Internet
- 3.5.1 Familias de protocolos
- 3.5.2 Adaptación y Analogía del modelo OSI al TCP/IP
- 3.5.3 Ventajas y desventajas del TCP/IP

UNIDAD IV. Redes de área local

Competencia:

Identificar los dispositivos de interconexión de una red de computadoras de área local, tanto cableadas como inalámbricas, mediante el estudio de los estándares que los regulan y las pruebas básicas de diagnóstico, para realizar funciones de mantenimiento elementales en estas redes, con una actitud analítica y de trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 4 horas

4.1 Dispositivos de Interconexión
- 4.1.1 Switch, enrutador, servidor, Firewal FW
- 4.1.2 Sistema Operativo
- 4.1.3 Ubicación de los equipos y otros componentes de la Red

4.2 Tipos de Redes de computadoras
- 4.2.1 Objetivos, servicios y aplicaciones de redes
- 4.2.2 PAN: Personal Área Network
- 4.2.3 LAN: Local Área Network
- 4.2.4 MAN: Metropolitan Área Networks
- 4.2.5 WAN: Wide Área Network

4.3 Familia IEEE 802
- 4.3.1 Funcionamiento. Estructura de la trama
- 4.3.2 Estándar 802.3
- 4.3.3 Estándar 802.11

4.4 Pruebas de Conectividad Básica
- 4.4.1 Ping
- 4.4.2 Traceroute

UNIDAD V. Fundamentos de Internet

Competencia:

Utilizar las funciones básicas de los servicios de Internet, mediante la aplicación de modelos de estándares actuales y emergentes, para el establecimiento y diagnóstico de la comunicación entre aplicaciones de telemedicina, con una actitud analítica y trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 7 horas

5.1 Breve Historia del Internet
5.2 El Protocolo TCP/IP
- 5.2.1 Concepto de Intranet
- 5.2.2 Direccionamiento IPv4
- 5.2.3 Enmascaramiento de Subredes
- 5.2.4 IPv6

5.3 Domain Name System DNS
- 5.3.1 Función y estructura
- 5.3.2 Tipos de Servidores DNS
- 5.3.3 Tipos de Resolución de nombre

5.4 Servicios Básicos de Internet
- 5.4.1 Correo Electrónico
- 5.4.2 Acceso Remoto: Telnet
- 5.4.3 Hipertexto: HTTP y HTTPS y Navegadores (Browsers)
- 5.4.4 Transferencia de Archivos: FTP

5.5 Seguridad en Informática perimetral e interna
5.6 Centros de Administración: NIC, NOC, SOC
5.7 Internet Comercial: Doméstico y dedicado
5.8 Internet 2
5.9 Proveedores de Internet ISP

UNIDAD VI. Fundamentos de videoconferencia

Competencia:

Utilizar un sistema de videoconferencia convencional, mediante la aplicación de los componentes y parámetros que intervienen en la transmisión de video, voz y datos, para establecer comunicaciones de telemedicina bidireccionales, con actitud, analítica y colaborativa.

Contenido: **Duración:** 7 horas

6.1 La videoconferencia
- 6.1.1 Antecedentes y conceptos básicos: diagrama a bloques, beneficios
- 6.1.2 Tipos de videoconferencia: dedicados y de escritorio
- 6.1.3 Equipos y accesorios
- 6.1.4 Tipos de comunicación de videoconferencia
- 6.1.5 Codecs.
- 6.1.6 Estandarización
- 6.1.7 Resolución y formatos de video: CIF, QCIF, SIF

6.2 Protocolos
- 6.2.1 Protocolos de señalización: H.320, H.323 y SIP
- 6.2.2 Protocolos de audio estándares: G711, G722, G726, G723, ILBC, GSM
- 6.2.3 Protocolos de audio propietarios
- 6.2.4 Protocolos de audio estándares: H.261, H.263, H.264
- 6.2.5 Protocolos de audio propietarios
- 6.2.6 Familia de protocolos de datos T.120

6.3 Otros servicios de videoconferencia
- 6.3.1 Telepresencia
- 6.3.2 Conferencia WEB
- 6.3.3 Resolución de pantalla: teledifusión digital, informática

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar el procedimiento para digitalizar señales analógicas, utilizando las técnicas de muestreo, cuantificación y codificación, para comprender los procesos de transmisión de datos, con una actitud analítica y crítica.	1. El docente plantea un ejemplo inicial de conversión de una señal analógica a digital y explica el procedimiento de muestreo, cuantificación y codificación. 2. Los alumnos plantean y resuelven otros ejemplos de digitalización de señales. 3. Los alumnos discuten ante el grupo los resultados de los ejemplos que plantearon y resolvieron.	Calculadora científica.	1 hora
2	Calcular la tasa de transmisión de datos, por medio de la ecuación de Shannon, para determinar la capacidad de transmisión de un canal de comunicaciones, con orden y responsabilidad.	1. El docente explica cómo se calcular la relación señal a ruido. 2. Los alumnos resuelven ejercicios de cálculo de relación señal a ruido. 3. El docente explica el concepto de ancho de banda de una señal de voz. 4. Los alumnos investigan los anchos de banda de otros tipos señales y las presentan al grupo. 5. Se realizan ejercicios de cálculo capacidad del canal utilizando la ecuación de Shannon. 6. Se discuten las implicaciones que tiene el ancho de banda y la relación señal a ruido en la capacidad de un canal de comunicaciones.	Calculadora científica.	2 horas

UNIDAD II				
3	Analizar el funcionamiento del servicio de una red inalámbrica, realizando pruebas de cobertura y cantidad de usuarios, para verificar el servicio proporcionado por las compañías de telecomunicaciones, con una actitud responsable.	1. Realizar pruebas de alcance y recepción de niveles de señales y de cantidad de usuarios en la red Wifi operativa existente. 2. Analizar las velocidades de transferencia de información. 3. Discutir probables afectaciones en el cuerpo humano por el uso de sistemas inalámbricos.	Red Wifi operativa Laptop Teléfonos celulares	2 horas
UNIDAD III				
4	Investigar los protocolos y puertos TCP y UDP, mediante la revisión documental de diferentes fuentes, para identificar los que deben estar disponibles en una computadora personal, con una actitud analítica y reflexiva.	1. El alumno investiga los protocolos TCP y UDP, así como los puertos más utilizados en una computadora personal. 2. Se discuten los resultados de la investigación de manera grupal, el profesor resalta los puntos clave.	Laptop Acceso a Internet	1 hora
5	Realizar conversiones numéricas de decimal, binario y hexadecimal, mediante la utilización de la calculadora, para comprender el direccionamiento MAC, con responsabilidad y actitud de análisis.	1. Los alumnos realizan ejercicios de conversión a las distintas bases numéricas. 2. El profesor concluye explicando el direccionamiento MAC estandarizado por la IEEE.	Libros de sistemas numéricos Laptop Acceso a Internet	1 hora
UNIDAD IV				
6	Utilizar la herramienta de diagnóstico PING y TRACERT en la computadora, mediante el acceso a su configuración, para permitir al equipo de cómputo realizar pruebas de mantenimiento, con disposición al trabajo colaborativo.	1. Accesar a la configuración de protección FW de Windows y/o FW instalado de la Laptop para habilitar la función de ICMP-Ping. Realizar pruebas de Ping con las Laptops del grupo para verificar su habilitación. 2. Accesar a la configuración de	Laptop Red Wifi existente	1 hora

		protección FW de Windows y/o FW instalado de la Laptop para habilitar la función de ICMP-Tracert. Realizar pruebas de Tracert con las Laptops del grupo para verificar su habilitación.		
UNIDAD V				
7	Configurar los parámetros de la tarjeta de red de la computadora, mediante la modificación de las direcciones IP y la submáscara, para habilitar su conexión a redes LAN y WLAN, con organización y orden.	Ubicar en la configuración de la Laptop donde programar los parámetros de IP y submáscara en las tarjetas de red Ethernet y Wifi para habilitar este equipo en conexiones a redes LAN y WLAN.	Laptop Acceso a red Wifi Acceso a red LAN	1 hora
8	Implementar redes LAN, por medio de la manipulación de los parámetros de IP y submáscara, para crear redes LAN de varios tamaños en capacidad de usuarios, con precisión y organización.	Realizar cálculos de rangos de IP por medio de la manipulación de la submáscara para determinar el tamaño de la red a utilizar. Obtener diferentes rangos de IP para diferentes tamaños de red.	Laptop Acceso a red LAN	1 hora
9	Habilitar el uso de servidores de DNS en la computadora, por medio de la configuración de la tarjeta de red, para utilizar la resolución de nombres en redes LAN y WLAN, con orden y colaboración.	Ubicar en la configuración de la Laptop donde programar los parámetros de IP de los servidores de DNS en las tarjetas de red Ethernet y Wifi para habilitar este equipo en conexiones a redes LAN y WLAN.	Laptop Acceso a red Wifi Acceso a red LAN	1 hora
10	Determinar la función y aplicaciones disponibles de la red académica Internet 2, por medio del acceso a su página web, para saber cómo participar y colaborar en esa red, con actitud analítica y colaborativa	Ingresar a la información técnica y colaborativa vía web disponibles de manera electrónica del Centro Universitario para el Desarrollo de Internet CUDI, quien administra la red académica Internet 2, con el apoyo del instructor para resolver las dudas que se presenten en la información recibida.	Laptop Acceso a Internet	1 hora

UNIDAD VI				
11	Realizar videoconferencias con usuarios de la UABC, por medio de la aplicación del correo electrónico, para conocer el uso de esta herramienta, con una actitud colaborativa.	Utilizar la aplicación de videoconferencia del correo de la UABC para sesiones de video con usuarios de la UABC y de google.	Laptop Acceso a Internet Contar con cuenta de correo de la UABC o Google	1 hora
12	Observar la instalación de una sala de funciones, mediante la visita a una sala de videoconferencias en operación, para comprender el proceso de instalación, con organización y detenimiento.	Realizar una visita a la sala de videoconferencias.	Sala de videoconferencias	1 hora
13	Habilitar la cámara interna de la computadora, mediante la investigación de diversas aplicaciones, para utilizarla en el servicio de videoconferencia, con responsabilidad y atención.	Investigar aplicaciones para cámara internas de laptop en la web para habilitarla para diferentes servicios de videoconferencia.	Laptop Acceso a Internet	1 hora
14	Investigar aplicaciones orientadas al cuerpo humano, a través de los teléfonos inteligentes, para habilitar su funcionamiento en su propio cuerpo, con una actitud analítica y reflexiva.	Revisar las aplicaciones orientadas a la salud disponibles en los teléfonos inteligentes y seleccionar las adecuadas para habilitar su funcionamiento en su dueño.	Teléfono inteligente	1 hora

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Analizar el procedimiento de digitalización de señales analógicas, utilizando las técnicas de muestreo, cuantificación y codificación, para comprender los procesos de transmisión de datos, con una actitud analítica y crítica.	Se da una introducción sobre las características, funciones y componentes del laboratorio de Redes donde se llevarán a cabo las prácticas, así como las reglas para su utilización.	Laboratorio de redes	2 horas
2	Calcular la tasa de transmisión de datos, por medio de la ecuación de Shannon, para determinar la capacidad de transmisión de una canal de comunicaciones, con orden y precisión.	Se utiliza la infraestructura del laboratorio de redes para identificar y ubicar los equipos activos instalados en los racks, las nomenclaturas de los conectores y componentes y cableado utp para identificación de las conexiones	Laboratorio de redes Cable UTP categoría. 5e o 6	2 horas
UNIDAD II				
3	Conocer la estructura y función básica de una red Wifi, mediante la realización de pruebas en un punto de acceso, para analizar su funcionamiento con base a diferentes parámetros, con una actitud analítica y reflexiva.	Se utiliza la red wifi operativa y existente para verificar algunas situaciones operativas como usuario. Se utiliza un equipo Access Point para visualizar y modificar su configuración.	Red wifi operativa Punto de acceso inalámbrico Laptop	2 horas
UNIDAD III				
4	Conocer la estructura y función del cableado estructurado más utilizado, mediante la investigación de los tipos de cables UTP, la realización de conexiones de equipos de datos que utilicen el	Esta práctica se divide en tres sesiones de 2 horas cada una. Sesión 1: Se conocen las características y tipos del cableado estructurado y se efectúan pruebas de cableado	5 cables UTP categoría 5e y/o 6 de 0.5 m de largo 3 Switches 1 Estructura de cableado estructurado 1 Probador de cable UTP	6 horas

	cable UTP y la utilización de equipos de prueba para estos cables, con una actitud responsable, ordenada y analítica.	UTP, con probadores de cable y por continuidad Sesión 2: Se realizan conexiones entre IDF y MDF utilizando cables de parcheo UTP y se realizan pruebas de conectividad de nodos Sesión 3: Se realiza una visita al site operativo de la UABC en el campus Mexicali para la observación de su infraestructura.		
UNIDAD IV				
5	Conocer los equipos utilizados en redes LAN y WAN, mediante la elaboración de una red LAN elemental y la realización de pruebas de conectividad, utilizando las herramientas de diagnóstico PING y Traceroute, para ser capaz de realizar funciones de mantenimiento elementales en estas redes, con una actitud ordenada, analítica y de trabajo colaborativo.	Esta práctica se divide en tres sesiones de 2 hrs. cada una. Sesión 1: Se obtiene las direcciones MAC de las tarjetas de red de la computadora utilizada y se busca la información del fabricante por Internet. Se conecta la computadora al Switch para crear una red LAN elemental utilizando la infraestructura de cableado estructurada para revisar los dispositivos que están conectados a la misma red por medio de comandos de prueba en DOS. Sesión 2: Se programa una dirección IP a la computadora y se conecta de nuevo al Switch. Se conecta la red LAN creada a la red operativa y se realiza la prueba de conectividad utilizando la herramienta de diagnóstico PING con diferentes	1 Switch 1 Router 1 PC ó Notebook 2 Cables UTP con conectores (patch cords)	6 horas

		parámetros. Se realizan pruebas de acceso a la red WAN y a Internet. Sesión 3: Se programa la misma dirección IP a la computadora utilizada en la sesión dos y se conecta de nuevo al Switch. Se conecta la red LAN creada a la red operativa y se realiza la prueba de conectividad utilizando la herramienta de diagnóstico TRACERT con diferentes parámetros. Se realizan pruebas de acceso a la red WAN y a Internet.		
UNIDAD V				
6	Realizar pruebas de conectividad a Internet, mediante la experimentación con los servicios existentes, para comprender los conceptos básicos de Internet, la estructura y clases de la dirección IP, el enmascaramiento de subredes, la función del DNS, de manera colaborativa y responsable.	Esta práctica se divide en cuatro sesiones de 2 hrs. cada una. Sesión 1: Identificación de tipos y clases de direcciones IP. Observa la función de la submáscara de subred para establecer rangos de direcciones IP y subredes, y como se configuran en los equipos de cómputo. Sesión 2: Se observa la función del servidor DNS para la resolución de nombres de dominio y se realizan pruebas de acceso a internet por medio de utilizar direcciones IP y por resolución de nombres Sesión 3: Se efectúa el acceso a sitios de entidades reguladoras de Internet, regional y mundial para ver y	Práctica impresa 1 Equipo de videoconferencia local 1 Equipo de videoconferencia remoto Conectividad de Red para Internet 1 Laptop o PC	8 horas

		obtener información de dominios de IP, de nombres y DNS en nix.mx, iar.mx, lacnic.net, etc. Se analizan los reportes de malware enviadas por correo electrónico por parte de entidades afectadas y/o reguladoras. Sesión 4: Se realiza el acceso a Internet 2.		
UNIDAD VI				
7	Realizar eventos de videoconferencia, mediante la identificación de sus componentes, puertos y conexiones, para realizar videoconferencias punto a punto, multipunto y videoconferencia web, con una actitud analítica y colaborativa.	Esta práctica se divide en cuatro sesiones de 2 horas cada una. Sesión 1: Se identifican los componentes de del sistema de videoconferencia existente así como los puertos y conexiones del equipo principal. Se accesa al sistema para obtener y visualizar la configuración del CODEC. Sesión 2: Se establece una videoconferencia punto a punto a una velocidad de 384 Kbps con un equipo remoto previamente programado para ello. Se realizan las operaciones de realizar y contestar una llamada, movimiento de cámaras local y remota, volumen de audio local y remoto, silenciamiento y visualizar las estadísticas del evento. Se realizan videoconferencia con otras velocidades de 128 Kbps y 1 Mbps para observar las estadísticas de conexión y comportamiento de las imágenes	Práctica impresa 1 Equipo de videoconferencia local 1 Equipo de videoconferencia remoto Conectividad de Red para Internet 1 Laptop o PC	8 horas

		del video. Sesión 3: Se establece una videoconferencia multipunto a una velocidad de 384 Kbps con varios equipos remotos previamente programados para ello. Se realizan las operaciones de realizar y contestar una llamada, movimiento de cámaras local y remota, volumen de audio local y remoto, silenciamiento y visualizar las estadísticas del evento. Se utiliza los modos de presentación de video presencia continua y conferencia. Se observan las reglas de operación requeridas para varios participantes. Se realizan videoconferencia con otras velocidades de128 Kbps y 1 Mbps para observar las estadísticas de conexión y comportamiento de las imágenes del video. Sesión 4: Se establece una videoconferencia utilizando aplicaciones para incluir presentaciones desde la PC Se realizan otros servicios de videoconferencia web disponibles en Internet.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre:
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El maestro expone los temas del curso de forma ordenada y consistente, apoyado con tecnologías y técnicas de exposición para facilitar la exposición misma de los fundamentos básicos de cada tema del curso, mencionando ejemplos prácticos reales de los mismos que le ayude al estudiantes a tener una mejor comprensión de los temas del curso. En sesiones de taller se desarrollan ejercicios prácticos en el pizarrón con la participación de los alumnos, para que se identifiquen los conceptos básicos en el mundo real. Se realizan prácticas de laboratorio de los temas vistos en clase, utilizando ambientes reales para su elaboración, siendo el maestro un monitor y guía de estas prácticas. La realización y ejecución de las prácticas del laboratorio se realizan en al menos dos laboratorios disponibles que cuenten con los requerimientos necesarios para su desarrollo como el Laboratorio de Redes y las aulas de usos múltiples que contienen equipos de videoconferencia, dentro del edificio de Laboratorio de Ingeniería en Computación y Electrónica. Las tareas y reportes de las prácticas de laboratorio elaboradas por los alumnos se entregan en formato electrónico por medio de la plataforma “google apps”.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El alumno debe leer el contenido de los temas previo a las sesiones de clase y laboratorio, que recibe de manera electrónica desde la plataforma electrónica utilizada. El alumno asiste y participa en las sesiones de clase, taller y laboratorio para conocer y aplicar los conceptos y principios básicos vistos, con una actitud analítica, reflexiva, ordenada y colaborativa. El alumno elabora los reportes de las prácticas de laboratorio de manera presentable y los entrega a tiempo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Evaluaciones parciales (3) ……..... 60%
Asistencia..……..……..... 10%
Evidencia de desempeño……..... 30%
(Realización y reporte de prácticas)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Michael, S., Carrell, D., y Jeffrey L. (2013). *Fundamentals of communications and networking* (2ª ed.). Burlington, Reino Unido: MA. ISBN: 9781284060140. [clásica]

Raya, J.L., Raya, L., y Martínez M.A. (2009). *Redes Locales Instalación y configuración básicas*. México: Alfaomega. [clásica]

Tanenbaum, A.S., y Wetherall, D.J. (2012*). Redes de computadoras* (5ª ed.). México: Pearson. ISBN: 9786073208178. [clásica]

Complementarias

Meza, S., y Valencia, E.I. (S.f.). *Telecomunicaciones I*. México: UNAM

NYCE. (2014). Normas mexicanas NMX. Recuperado de www.nyce.org.mx/formatos/normalizacion/CatalogoNormasNYCE2014.pdf

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación inicial en Bioingeniería, Ingeniería Biomédica, Ingeniero Biotecnólogo o área afín. Tener formación especial en procesamiento digital de señales. Experiencia profesional en áreas de instrumentación y como docente en ingeniería. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y ser facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDADAUTÓNOMADEBAJACALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOSDEIDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Programación Avanzada

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Mónica Valenzuela Delgado	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITODE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiante aprenda a utilizar un entorno gráfico de desarrollo integrado de programación visual como herramienta para la programación y desarrollo de sistemas de información y proyectos aplicables a las áreas de ingeniería básica y bioingeniería utilizando el ambiente de desarrollo Windows, la programación orientada a objetos, componentes visuales y eventos.
En este curso se familiariza al estudiante con el paradigma de la programación orientada a objetos y la programación visual bajo un entorno de desarrollo Windows, permitiendo al estudiante que ya tiene el conocimiento sobre programación estructurada y modular, desarrollar un proceso, una estructura o un sistema informático aplicable a las áreas de ingeniería básica y bioingeniería tales como bases de datos, procesos de cálculo, sistemas de automatización y comunicación de equipo biomédico, tecnologías de asistencia y bioinformática, mediante objetos, componentes visuales, controles y eventos, creando interfaces de usuario amigables, eficaces y óptimas, mediante el trabajo tanto individual como en equipo con una actitud creativa y responsable.

Este curso es optativo de la etapa disciplinaria, Esta unidad de aprendizaje corresponde al área de Ingeniería Aplicada y Diseño. Es relevante como herramienta indispensable para la programación y desarrollo de sistemas de información y proyectos aplicables a las áreas de ingeniería básica y bioingeniería.

III. COMPETENCIADE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Utilizar el ambiente de desarrollo Windows, las técnicas esenciales de programación visual y la programación orientada a objetos para desarrollar sistemas informáticos y aplicaciones de software orientadas a las áreas de ingeniería básica y bioingeniería, integrando objetos, componentes visuales controlados por eventos e interfaces gráficas de usuario eficaces de manera creativa y disponible al trabajo individual y en equipo.

IV. EVIDENCIA(S) DEDESEMPEÑO

- Desarrollar un sistema informático o aplicación basado en la programación orientada a objetos y el ambiente de desarrollo Windows para programación visual, utilizando interfaces gráficas de usuario eficaces que contengan objetos y componentes visuales controlados por eventos que resuelvan un problema específico de ingeniería básica y/o bioingeniería consistentes en bases de datos, procesos de cálculo, sistemas de automatización y comunicación de equipo biomédico, tecnologías de asistencia o bioinformática, indicado en el convenio de la unidad de aprendizaje.

- Presentación de portafolio de evidencias que incluya los reportes del proyecto final y de las prácticas funcionales y óptimas realizadas de manera individual y/o en equipo con limpieza, orden y aplicando la metodología adecuada, en la fecha, hora, lugar y forma indicada en el convenio establecido de la unidad de aprendizaje

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a la programación orientada a objetos y a la programación visual

Competencia:
Distinguir el paradigma de la programación orientada a objetos de otros paradigmas para enfatizar las ventajas de esta metodología, identificando los componentes de un ambiente de desarrollo integrado Windows en la solución de un problema por computadora de ingeniería básica o bioingeniería, a través del pensamiento crítico.

Contenido: **Duración: 4 horas**

1. Introducción a la programación orientada a objetos.
   1.1. Características de la programación orientada a objetos.
      1.1.1. Conceptos de objeto, clase, métodos y atributos.
      1.1.2. Ventajas de la programación orientada a objetos.
   1.2. Introducción a la programación visual.
      1.2.1. Entorno de programación visual.
      1.2.2. Definición y creación de un proyecto.
      1.2.3. Componentes de un proyecto.
      1.2.4. Generación automática de código.
   1.3. Componentes visuales.
      1.3.1. Formularios
      1.3.2. Controles
      1.3.3. Propiedades
      1.3.4. Eventos
      1.3.5. Métodos.
      1.3.6. Módulos.

UNIDAD II. Elementos fundamentales de la programación

Competencia:
Identificar los elementos fundamentales del lenguaje de programación visual para estructurar datos, expresiones aritméticas y lógicas que conforman los programas de entorno visual, investigando y utilizando los distintos tipos de datos y operadores con exactitud y de manera ordenada.

Contenido: **Duración: 4 horas**

2. Elementos fundamentales de la programación.
   - 2.1. Sintaxis del lenguaje visual.
   - 2.2. Tipos de datos.
   - 2.3. Variables
     - 2.3.1. Definición e inicialización de variables y constantes.
     - 2.3.2. Ámbito de una variable.
     - 2.3.3. Variables públicas y privadas.
   - 2.4. Operadores.
     - 2.4.1. Operadores aritméticos y su prioridad.
     - 2.4.2. Representación algorítmica de expresiones aritméticas.
     - 2.4.3. Simplificación del uso de operadores aritméticos.
     - 2.4.4. Operadores relacionales.
     - 2.4.5. Operadores lógicos.

UNIDAD III. Estructuras de control, funciones y procedimientos

Competencia:
Controlar el flujo de un programa para seleccionar diferentes tareas específicas utilizando estructuras de control selectivas y repetitivas que bifurquen entre distintos procedimientos y funciones de manera ordenada y precisa.

Contenido: **Duración: 4 horas**

3. Estructuras de control, funciones y procedimientos.
   3.1. Estructuras de control selectivas.
      3.1.1. Sentencia selectiva *if-then-else*
      3.1.2. Sentencia selectiva *Select ...case*
      3.1.3. Sentencia selectiva *Try…catch*
   3.2. Estructuras de control repetitivas.
3.2.1. Ciclos *For…Next,* For Each...Next
      3.2.2. *Ciclos Do while…Loop, Do…Loop while, Do…Loop Until, While*
   3.3. Creación de funciones y procedimientos.
      3.3.1. Diferencia entre una función y un procedimiento
      3.3.2. Estructura y llamado de una función.
      3.3.3. Estructura y llamado de un procedimiento.

.

UNIDAD IV. Cadenas y arreglos

Competencia:
Manipular datos tipo cadena y tipo arreglo mediante la aplicación de funciones y operaciones disponibles en el lenguaje visual, para resolver problemas de ingeniería que requieran del procesamiento de texto, de la organización estructurada de la información y de la realización de operaciones con grandes conjuntos de datos de manera rápida y eficiente.

Contenido: **Duración: 6 horas**

4. Cadenas y arreglos.
   4.1. Cadenas.
      4.1.1. Declaración e inicialización de variables tipo cadena.
      4.1.2. Funciones y operadores para el procesamiento de cadenas.
         4.1.2.1. Lectura y asignación de cadenas.
         4.1.2.2. Concatenación y longitud de cadenas.
         4.1.2.3. Inversión y comparación de cadenas.
         4.1.2.4. Conversión de cadenas.
         4.1.2.5. Búsqueda de caracteres y subcadenas.
   4.2. Arreglos.
      4.2.1. Declaración de arreglos unidimensionales, multidimensionales.
      4.2.2. Asignación de valores a un arreglo.
      4.2.3. *Redimensión* de Arreglos dinámicos.
      4.2.4. Procesamiento de los elementos de un arreglo mediante ciclos.
      4.2.5. Funciones del Lenguaje Visual para determinar los límites de un arreglo.
      4.2.6. Métodos de ordenamiento de los elementos de un arreglo inherentes a la plataforma visual.

UNIDAD V. Base de Datos y Archivos

Competencia:
Crear bases de datos mediante arreglos paralelos y estructurados, utilizando archivos de almacenamiento y recuperación de datos, para resolver problemas de ingeniería básica y bioingeniería que requieran gestionar e indexar gran cantidad de información a través del manejo eficiente, seguro y preciso de los datos.

Contenido: **Duración: 8 horas**

5. Bases de datos y archivos
    - 5.1. Base de datos
        - 5.1.1. Fundamentos de bases de datos
        - 5.1.2. Diseño de bases de datos usando arreglos paralelos
        - 5.1.3. Diseño de bases de datos usando arreglos estructurados
        - 5.1.4. Diseño de bases de datos mediante inserción de tablas Access
        - 5.1.5. Bases de datos vía web
    - 5.2. Archivos.
        - 5.2.1. Crear archivos de texto, binarios y aleatorios
        - 5.2.2. Guardar y recuperar datos de un archivo.

UNIDAD VI. Comunicación Serial

Competencia:
Establecer la comunicación serial entre equipos de cómputo, dispositivos de procesamiento digital de datos y equipos de monitoreo y medición de señales, por medio del puerto serie para la adquisición y el análisis confiable de datos con sentido de responsabilidad e integridad para el trabajo tanto individual como en equipo.

Contenido: **Duración: 6 horas**

6. Comunicación serial
    - 6.1. Puerto serie RS232.
    - 6.2. Protocolos de comunicación serial.
    - 6.3. Comunicación computadora-computadora.
    - 6.4. Comunicación computadora-microcontrolador.
    - 6.5. Comunicación computadora-equipo de medición.
    - 6.6. Comunicación computadora-mecanismo de posición

VI. ESTRUCTURADELASPRÁCTICAS DE TALLER				
No. dePráctica	**Competencia**	**Descripción**	**Materialde Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Comprender los conceptos de la programación orientada a objetos para discutir sus ventajas con respecto a otros paradigmas mediante investigación en diferentes fuentes de información y discusión grupal con pensamiento crítico y analítico.	Investiga los conceptos básicos del paradigma de la programación orientada a objetos. Expone la información ante el grupo. Discute las ventajas y desventajas entre los diferentes paradigmas de la programación.	Utiliza la bibliografía básica y complementaria, apuntes electrónicos y sitios Web como fuentes de información. Emplea diapositivas, computadora y proyector para la exposición en equipo.	2 horas
UNIDAD II				
2	Utilizar los diferentes tipos de datos y operadores aritméticos y lógicos para representar expresiones aritméticas y lógicas, resolviendo problemas propuestos por el docente de manera precisa y ordenada	Investiga los diferentes tipos de datos del lenguaje visual a utilizar. Investiga el ámbito e inicialización de variables y constantes. Investiga los diferentes tipos de operadores aritméticos, relacionales y lógicos, así como, su prioridad de aplicación. Expone la información ante el grupo. Representa y evalúa expresiones algebraicas en forma algorítmica mediante la aplicación de la prioridad de los operadores. Presenta reporte escrito de la actividad.	Utiliza la bibliografía básica y complementaria, apuntes electrónicos y sitios Web como fuentes de información. Resuelve ejercicios propuestos por el docente de manera individual. Emplea diapositivas, computadora y proyector para la exposición en equipo.	2 horas
UNIDAD III				
3	Aplicar estructuras de control selectivas y repetitivas utilizando diagramas de flujo, para bifurcar entre diferentes funciones y procedimientos que faciliten la división de tareas y la ejecución	Resuelve problemas de bifurcación mediante estructuras de control selectivas y repetitivas utilizando como herramientas diagramas de flujo y pseudocódigo. Crea funciones y procedimientos	Problemas de la bibliografía básica y complementaria. Problemas propuestos por el docente.	2 horas

	ordenada y precisa de un algoritmo.	que realicen una tarea específica de un problema principal de manera ordenada y precisa		
UNIDAD IV				
4	Manejar datos tipo cadena para resolver problemas de ingeniería que requieran del procesamiento de información alfanumérica mediante la aplicación de funciones disponibles en el lenguaje visual, de manera eficiente y precisa.	Ordena cadenas alfabéticamente, mediante funciones de comparación textual y binaria. Resuelve problemas de procesamiento de texto mediante la sustracción, comparación y concatenación de cadenas. Da formato a cadenas de acuerdo a las características de sus caracteres alfanuméricos.	Problemas de la bibliografía básica y complementaria. Problemas propuestos por el docente. Problemas de sitios web.	2 horas
5	Manipular datos tipo arreglo mediante la aplicación de funciones y operaciones disponibles en el lenguaje visual para resolver problemas de ingeniería que requieran de la organización estructurada de la información y de la realización de operaciones con grandes conjuntos de datos alfanuméricos de manera rápida y eficiente.	Declara arreglos unidimensionales y multidimensionales con diferentes tipos de datos, utilizando las directivas adecuadas. Asigna valores y procesa elementos de un arreglo mediante ciclos, utilizando como herramienta los diagramas de flujo. *Redimensiona a*rreglos dinámicos cambiando la cantidad de elementos que contiene mediante las directivas correspondientes y sintaxis correcta. Investiga funciones del Lenguaje Visual para determinar los límites de un arreglo. Resuelve problemas que requieren de operaciones con arreglos de datos utilizando como herramienta los diagramas de flujo.	Problemas de la bibliografía básica y complementaria. Problemas propuestos por el docente. Problemas de sitios web.	2 horas
UNIDAD V				
6	Diseñar bases de datos con arreglos paralelos y estructurados,	Diseña una base de datos con arreglos paralelos y estructurados	Problemas de la bibliografía básica y complementaria.	2 horas

	para gestionar e indexar gran cantidad de información a través diagramas de flujo de manera eficiente y segura.	para inserción, consulta, modificación y ordenación de información a través procedimientos y funciones utilizando diagramas de flujo y pseudocódigo como herramientas de diseño.	Problemas propuestos por el docente. Problemas de sitios web.	
7	Comprender el proceso de lectura y escritura de archivos para almacenar y recuperar la información de una base de datos utilizando funciones y métodos específicos a través de un acceso eficiente, seguro y preciso de los datos..	Investiga los objetos y funciones para la lectura y escritura de archivos de texto, binarios y aleatorios del lenguaje visual. Comprende el proceso para escribir y/o leer archivos mediante los objetos y funciones especificas. Escribe la sintaxis del proceso de lectura y escritura de archivos.	Bibliografía básica y complementaria. Apuntes electrónicos. Sitios web.	2 horas
UNIDAD VI				
8	Investigar el proceso de comunicación serial entre dos dispositivos por medio del puerto serie para la adquisición y transmisión de datos de manera confiable con una actitud comprometida y constructiva para el trabajo tanto individual como en equipo.	Investiga en qué consiste la comunicación serial y cuáles son sus diferencias con la comunicación paralela de datos. Investiga las conexiones de transmisión y recepción serial de datos entre dos dispositivos comunicados a través de un cable NULL-MODEM. Investiga el protocolo de comunicación serial para el puerto RS232. Expone la información ante el grupo.	Utiliza la bibliografía básica y complementaria, apuntes electrónicos y sitios Web como fuentes de información. Emplea diapositivas, computadora y proyector para la exposición en equipo.	2 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. dePráctica	**Competencia**	**Descripción**	**Materialde Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar los componentes del ambiente de desarrollo para la creación de proyectos visuales que resuelvan problemáticas de ingeniería básica y bioingeniería aplicando herramientas y componentes del ambiente de desarrollo de manera organizada, creativa.	Instala el ambiente de programación visual. Crea un nuevo proyecto. Localiza y conoce los menús de herramientas que integra el ambiente de desarrollo. Identifica los componentes de un proyecto (formularios, controles, propiedades, eventos, métodos, módulos). Compila y depura el programa.	Equipo de computo Software de desarrollo	2 horas
UNIDAD II				
2	Aplicar los controles básicos y sus propiedades fundamentales, utilizando la sintaxis adecuada del lenguaje de programación visual para la implementación de programas de software con sentido analítico y creativo.	Captura diferentes tipos de datos mediante controles y funciones de entrada, tales como cajas de texto (textbox), funciones de entrada de datos (inputbox), combos y listas. Muestra los datos capturados y/o procesados mediante Etiquetas (Labels) y funciones de impresión de mensajes (MsgBox).	Equipo de computo Software de desarrollo	2 horas
UNIDAD III				
3	Aplicar las estructuras de control selectivas y repetitivas utilizando la sintaxis adecuada del lenguaje de programación visual para la implementación de programas de bifurcación que realicen una tarea determinada de acuerdo a una condición establecida con pensamiento lógico y comparativo.	Resuelve problemas propuestos mediante estructuras de control selectivas If...Then...Else, selección múltiple (select case), Try...Catch...Finally y estructuras de control repetitivas (While...End While, Do...Loop, For...Next, ForEach...Next). Los problemas serán resueltos mediante controles básicos vistos en	Equipo de computo Software de desarrollo	2 horas

		prácticas anteriores.		
UNIDAD IV				
4	Aplicar las funciones de manipulación de cadenas de caracteres, utilizando la sintaxis adecuada del lenguaje de programación visual para solucionar problemas de procesamiento de texto en el área de ingeniería básica y bioingeniería de manera eficiente y creativa.	Declara variables tipo cadena (string). Captura cadenas de caracteres médiate los controles adecuados para esta tarea (cajas de texto, inputbox, ...). Aplica las funciones de manipulación y procesamiento de cadenas en problemas propuestos.	Equipo de computo Software de desarrollo	4 horas
5	Utilizar arreglos de datos unidimensionales, bidimensionales y multidimensionales, mediante la aplicación de funciones y procedimientos de manejo de vectores, para resolver problemas de ingeniería que requieran de la organización rápida y precisa de gran cantidad de datos .	Declara arreglos de datos de distinto tipo y diferentes dimensiones. Realiza funciones y procedimientos para inicialización, búsqueda y borrado de datos en arreglos. Resolver problemas propuestos con arreglos unidimensionales, bidimensionales y multidimensionales.	Equipo de computo Software de desarrollo	4 horas
UNIDAD V				
6	Codificar procedimientos y funciones de captura y consulta de datos, baja y modificaciones de registros, almacenamiento y recuperación de información de archivos de texto utilizando arreglos paralelos, para gestionar e indexar gran cantidad de información de un modo seguro y preciso.	Resuelve problemas propuestos de base de datos mediante arreglos paralelos. Codifica procedimientos para la captura de datos de manera secuencial paralela, funciones de búsqueda, procedimientos de baja y consulta de datos además de procedimientos de almacenamiento y recuperación física de los registros utilizando archivos de texto.	Equipo de computo Software de desarrollo	4 horas
7	Codificar procedimientos y funciones de captura y consulta de	Resuelve problemas propuestos de bases de datos mediante	Equipo de computo Software de desarrollo	4 horas

	datos, baja y modificaciones de registros, almacenamiento y recuperación de información de archivos aleatorios y/o binarios utilizando arreglos tipo estructura, para gestionar e indexar gran cantidad de información de un modo seguro, preciso y simplificado.	arreglos del tipo estructura (struct). Codifica procedimientos para la captura de los elementos del arreglo tipo estructura, funciones de búsqueda, procedimientos de baja y consulta de datos además de procedimientos de almacenamiento y recuperación física de los registros utilizando archivos aleatorios y/o binarios.		
8	Conectar bases de datos creadas a partir de tablas *Acces, Microsoft SQL Server u Oracle* con el lenguaje visual mediante controles y métodos del ambiente Windows para gestionar información de bases ya existentes de manera óptima y segura.	Crea una tabla de base de datos con *Acces.* Establece la conexión entre la base de datos y el Lenguaje Visual. Personaliza, consulta, modifica y realiza búsquedas de información de la base de datos mediante el uso de controles y métodos de los formularios Windows proporcionados por el Lenguaje Visual.	Equipo de computo Software de desarrollo Microsoft Acces	2 horas
9	Crear un sitio web utilizando herramientas y controles de desarrollo web del lenguaje visual para presentar tablas de información accesibles a través de un navegador Web de manera responsable y segura.	Presenta las tablas de bases de datos creadas con *Acces,* en un sitio web, utilizando una combinación de código de programa, controles y métodos del Lenguaje Visual diseñados para la visualización de las tablas de bases de datos en sitios Web.	Equipo de computo Software de desarrollo Microsoft Acces Internet	2 horas
UNIDAD VI				
10	Crear un proyecto de comunicación serial entre dos equipos de cómputo mediante la interconexión del puerto serial RS232 de cada equipo con la finalidad de crear una herramienta funcional de transmisión de	Investiga el protocolo de comunicación serial. Describe el proceso de la programación del puerto serial mediante diagrama de flujo. Utiliza los controles y eventos de recepción y transmisión de datos por el puerto	Equipo de cómputo (2 PC's) Un cable RS232 Null Modem Un adaptador USB a serial para cada PC si es necesario. Software de desarrollo. Equipos de dos estudiantes.	2 horas

	información a distancia, a través del trabajo organizado y confiable del equipo.	serie, proporcionados por el Lenguaje Visual. Crea un programa para la comunicación serial entre dos computadoras colaborando en equipo de dos personas.		
11	Crear un programa de comunicación serial entre un equipo de cómputo y equipos electrónicos o de medición para controlar las funciones del equipo desde la PC por medio de comandos mediante el trabajo en equipo y con actitud creativa.	Lee el manual de usuario del equipo electrónico o de medición seleccionado. Configura y comprueba la interfaz RS-232 del equipo. Crea un programa para establecer la comunicación serial entre una PC y el equipo seleccionado mediante el envió y recepción de comandos de control ASCII. Una vez establecida la comunicación, crea una interfaz gráfica de usuario que mediante controles (botones, combos, barras de desplazamiento, contadores, etc.), accione determinados comandos dirigidos al equipo receptor.	Equipo de cómputo (2 PC's) Un cable RS232 Null Modem Un adaptador USB a serial para cada PC si es necesario. Software de desarrollo. Equipos de dos estudiantes.	2 horas
12	Crear un programa de comunicación serial entre un equipo de cómputo y mecanismos de posicionamiento rotacional (motores a pasos, motores de corriente continua), que poseen una terminal de comunicación serial para su control por medio de comandos ASCII mediante el trabajo en equipo confiable y constructivo.	Lee el manual de usuario del mecanismo de posicionamiento rotacional seleccionado. Configura y comprueba la interfaz RS-232 de la terminal de comunicación serial del mecanismo. Crea un programa de comunicación serial para establecer la comunicación entre la PC y el mecanismo de posicionamiento mediante el envió y recepción de comandos de control ASCII. Una vez establecida la comunicación, crea una interfaz gráfica de usuario que mediante	Equipo de cómputo (2 PC's) Un cable RS232 Null Modem Un adaptador USB a serial para cada PC si es necesario. Software de desarrollo. Equipos de dos estudiantes.	2 horas

		controles (botones, combos, barras de desplazamiento, contadores, etc.), accione determinados comandos dirigidos al mecanismo de posicionamiento.		

VII. MÉTODODE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente):
El docente funge como facilitador del aprendizaje, introduce y coordina las actividades de clase, laboratorio y/o taller, trabaja con una metodología de resolución de problemas, recomienda previamente las lecturas, explica la aplicación de los conceptos mediante tecnologías de la información y pizarrón, y proporciona actividades para realizarse extra-clase que contribuyan a reafirmar el conocimiento de lo visto. Proporciona apuntes electrónicos y de pizarrón. Utiliza técnicas expositivas y metodología participativa, discusión en pequeños grupos, lluvia de ideas, método inductivo-deductivo, interrogatorio abierto y dirigido, observación, resolución de problemas. Revisa las tareas y realiza las observaciones pertinentes. En el laboratorio, el docente explica los procedimientos para llevar a cabo la práctica supervisando y retroalimentando la actividad.

Estrategia de aprendizaje (alumno):
Los alumnos participan activamente en la clase de manera individual y en equipo, realizan exposiciones de algunos temas, realizan proyectos de investigación, comparten sus experiencias con el grupo, discuten y exponen dudas de la información expuesta, resuelven problemas planteados y entregan tareas durante el semestre las cuales se evaluarán y se proporcionará una retroalimentación adecuada de las mismas para su avance en el aprendizaje de la unidad correspondiente. Elaboran un portafolio impreso o electrónico de evidencias el cual se revisa al finalizar la unidad de aprendizaje, realiza los reportes de las prácticas de manera apropiada y ordenada, resuelve los exámenes teóricos y/o prácticos con objetividad, sentido crítico y honestidad

VIII. CRITERIOSDEEVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)……. …….....40%
- Laboratorio……..…..30%
- Evidencia de desempeño 1…….20%
  (Proyecto)
- Evidencia de desempeño 2……. 10%
  (Portafolio de evidencias)
  Total…….……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Newsome, B. (2015). *Beginning Visual Basic 2015.* Estados Unidos: Wrox.

Halvorson, M. (2013). *Microsoft Visual Basic 2013 Step by Step.* ISBN: 978-0-7356-6704-4.

Halvorson, M. (2008). *Microsoft Visual Basic 2008 Step by Step.* Estados Unidos: Microsoft Press, a Division of Microsoft Corporation. Library of Congress Control Number: 2007941088. [clásica]

Himpe, V. (2006). *Visual Basic for Electronics Engineering Applications.* Estados Unidos: Supplier: Elektor Electronics. ISBN-13: 978-0-905705-68-2 ISBN-10: 0-905705-68-8. [clásica]

Complementarias

Zak, D. (2015). Programming with Microsoft Visual Basic 2015. Estados Unidos: Supplier: Cengage Learning. ISBN:978-1-285-860626-8

Ford, J. L. (2008). *Microsoft Visual Basic 2008 Express Programming for the Absolute Beginner* Estados Unidos: Publisher by Course Technology PressISBN: 1598639005 9781598639001. [clásica]

Evjen, B., Hollis, B., Sheldon, B. and Sharkey, K. (2008). Professional Visual Basic 2008. Estados Unidos: Supplier: In Wrox Professional Guides. ISBN: 978-0-470-19136-1. Recovered from: http://www.wrox.com/WileyCDA/WroxTitle/Professional-Visual-Basic-2008.productCd-0470191368,descCd-authorInfo.html.

X. PERFIL DEL DOCENTE

- Grado académico: Ingeniero en computación o carrera a fin, preferentemente con posgrado en dichas áreas.
- Experiencia laboral y docente: Experiencia en la programación orientada a objetos bajo entornos de programación visual, experiencia en el diseño e implementación de sistemas controlados por computadora orientados al área de bioingeniería y experiencia en la impartición cursos de programación avanzada y programación orientada a objetos a nivel licenciatura de al menos un año y que haya recibido cursos pedagógicos.
- Cualidades: Proactivo, facilidad para transmitir el conocimiento y responsable.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Química Organometálica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 03 **HT:** 00 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Priscy Alfredo Luque Morales	
Ana Leticia Iglesias	
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Luis Jesús Villarreal Gómez	

Fecha: 31 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la asignatura de Química Organometálica es que el alumno adquiriera los conocimientos básicos relacionados con el enlace entre metal y carbón, que le permitan desarrollar la habilidad de predecir comportamientos químicos de compuestos organometálicos y aplicarlos en los mecanismos de reacción con los parámetros termodinámicos, cinéticos y químicos que los gobiernan, en sistemas catalíticos y biológicos. Para lograr describir los métodos de obtención de compuestos de interés industrial. Esta unidad de aprendizaje se sitúa dentro de la etapa disciplinaria con carácter optativo del programa educativo de Bioingeniero y corresponde al área del conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.
.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las propiedades fisicoquímicas de los compuestos organometálicos, mediante el estudio de sus características estructurales, tipos de enlaces, reactividad y compatibilidad con sistemas biológicos, para aplicarlo en sistemas catalíticos, biológicos en procesos industriales, con actitud innovadora, cuidado al medio ambiente y disposición para el trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega una investigación documental donde se aborde la temática de las aplicaciones de los compuestos organometálicos, donde analice la reactividad y viabilidad de los compuestos en procesos industriales. Se entrega en formato digital que incluyan los apartados de introducción, competencia, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones y referencias.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Clasificación de compuestos organometálicos

Competencia:
Distinguir la estructura y configuración de los sistemas organometálicos y los posibles mecanismos de reactividad, mediante el análisis de artículos científicos, para explicar el tipo de interacción entre los ligantes y metal, con actitud analítica, crítica e integradora.

Contenido: **Duración:** 10 horas

1.1. Introducción
- 1.1.1. Química de coordinación
- 1.1.2. Teoría Campo cristalino
- 1.1.3. Retro donación
- 1.1.4. Tipos de ligando

1.2. Técnicas espectroscópicas de caracterización
- 1.2.1. Espectroscopia de transmisión de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR)
- 1.2.2. Espectroscopia UV IR
- 1.2.3. Resonancia magnética nuclear (RMN)

UNIDAD II. Reactividad de compuestos organometalicos

Competencia:
Relacionar el tipo de enlace de complejos organometálicos, a través del uso de distintos compuestos con diferentes ligandos, para determinar el tipo de reacción que puede ocurrir y los mecanismos de ataque que presentan las moléculas, con una actitud proactiva y analítica.

Contenido: **Duración:** 8 horas

2.1. Propiedades generales de Complejos organometálicos
- 2.1.1. Regla de los 18 electrones
- 2.1.2. Numero de coordinación y geometría

2.2. Tipos de reacciones en química organometálica
- 2.2.1. Tipo de enlace en complejos
  - 2.2.1.1. Complejos con ligandos con enlace tipo sigma σ
  - 2.2.1.2. Complejos con ligandos con enlace tipo pi π
- 2.2.2. Reacciones de sustitución
- 2.2.3. Reacciones de adición oxidativa y eliminación reductiva
- 2.2.4. Reacciones de inserción y eliminación
- 2.2.5. Reacciones sobre ligando coordinado

UNIDAD III. Catálisis homogénea y heterogénea

Competencia:
Analizar las reacciones catalizadas por sistemas organometálicos, mediante la descripción de los diferentes tipos de catálisis homogénea y heterogénea, para su aplicación en procesos industriales y bioingenieriles, con actitud proactiva y respecto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1. Consideraciones generales de sistemas homogéneos y heterogéneos
3.2. Comparación entre ambos sistemas catalíticos
3.3. Catálisis Homogénea
    3.3.1. Hidrogenación de olefinas
    3.3.2. Hidroformilación o reacción oxo
    3.3.3. Polimerización
3.4. Catálisis Heterogénea
    3.4.1. Proceso Fisher-Tropsh
    3.4.2. Otros procesos industriales
    3.4.3. Catálisis de nano partículas: frontera entre catálisis homogénea y heterogénea

UNIDAD IV. Aplicaciones de química organometálica

Competencia:
Utilizar los conocimientos de la estructura, activación de enlace de compuestos organometálicos, a través del uso de técnicas espectroscópicas de caracterización, para aplicar los compuestos bioorganometálicos en sistemas biológicos, con responsabilidad y dedicación.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1. Activación de enlaces y moléculas pequeñas
- 4.1.1. Activación CO, CO2
- 4.1.2. Activación C-H
- 4.1.3. Materiales y polímeros organometálicos

4.2. Bio-organometalica
- 4.2.1. Introducción
- 4.2.2. Coenzima B12
- 4.2.3. Fijación de nitrógeno
- 4.2.4. Enzimas Níquel
- 4.2.5. Aplicaciones biomédicas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Conocer las diferentes normas de seguridad e higiene en el laboratorio, a través del manual de laboratorio, para aplicar en prácticas de laboratorio, con respecto al medio ambiente, y actitud crítica.	Visita al laboratorio para conocer las definiciones, las normas de seguridad y primeros auxilios en casos de emergencia en el laboratorio de química, para aplicarlos durante la realización de las actividades experimentales	Hojas de seguridad del laboratorio, manual de prácticas de laboratorio, reglamento de laboratorio	3 horas
2	Analizar las técnicas de manipulación en atmósfera inerte, a través de un sistema de vacío, para comprender el impacto en los compuestos organometálicos, con responsabilidad y pensamiento analítico	El alumno va manipular correctamente la línea de nitrógeno, sistema de línea de vacio utilizando la técnica Schlenk más básicas y entrega de informe al docente	Matraz de dos bocas, Refrigerante con mangueras, Septum o tapón de hule, Barra de agitación magnética,	3 horas
3	Realizar la técnica de espectroscopia de UV-Vis, a través del manejo del equipo, para aplicar la Ley de Beer, que relaciona la estructura química con los diferentes tipos de transiciones, con disciplina y trabajo en equipo.	Preparación de soluciones a diferentes concentraciones, y disolventes, para medir la Absorbancia en el equipo de UV-Vis. Entrega de informe al docente	2 Vaso de precipitado de 100 ml 2 vasos de precipitados de 20 ml 1 pipeta de 10 mL 1 matraz de aforación de 10 mL 4 viales de 20 mL 1 propipeta 1 Espátula 1 agitador de vidrio Plancha de agitación 1 agitador magnético Disolventes organicos	4 horas
4	Determinar los grupos funcionales de compuestos organometálicos, a través del estudio de los resultados de FT-IR, para interpretar los resultados del compuesto, con orden y perseverancia.	El alumno aprenderá a utilizar el espectrofotómetro, haciendo uso de muestras liquidas y sólidas, llegando asía interpretar resultados que este arroje. Entrega de informe al docente	Agua Etanol Muestras por alumno Espectrofotómetro FTIR	6 horas

UNIDAD II				
5	Analizar compuestos organometalicos, para determinar las moléculas presentes en diferentes materiales, a través de resonancia magnética nuclear ^{1}H, ^{13}C RMN, con respeto al medio ambiente y perseverancia.	En esta práctica se van a estudiar diferentes moléculas, así como interpretación de diferentes compuestos organometálicos. Entrega de informe al docente	Agua Etanol Equipo de Resonancia 400MHz	6 horas
6	Determinar el 10Dq o ΔE, mediante la fórmula del cálculo de energía $\Delta E = hc/v$ en ligantesmonodentados y bidentados de complejos de Cu(II), para determinar la serie espectroquímica de ligantes, con precisión y respeto al medio ambiente.	Determinación de la λmax de diferentes soluciones de ligantes monodentados. Entrega de informe al docente	6 Vaso de precipitado de 100 ml, 2 vasos de precipitados de 20 ml 1 vaso precipitados de 250 ml 1 embudo de filtración 3 pipeta de 5 ml 1 propipeta 6 tubos de ensayo con rosca 150 x 10 mm 1 plancha de calentamiento 1 Vidrio de reloj 1 Espátula 1 agitador de vidrio Papel filtro	3 horas
7	Distinguir el efecto quelato, a través del estudio de los ligantespolidentados sobre los monodentados, para predecir la reactividad de los complejos de coordinación, con actitud proactiva y analítica.	Preparación de soluciones a diferentes concentraciones de ligantesmonodentados y bidentados. Entrega de informe al docente	12 tubos de ensaye con rosca de 150 x 10 mm 2 vasos de precipitados de 50 ml 1 pipeta de 5 ml 5 pipetas Pasteur desechables 1 agitar de vidrio 1 gradilla para tubos	3 horas
UNIDAD III				
8	Sintetizar compuestos de coordinación, a través de la teoría de ligante y complejo, para identificar la isomería en compuestos inorgánicos, con respeto y cuidado al medio	Preparación de un complejo transde metal de transición M^{+2}, con un ligante bidentado, para su oxidación a M^{+3}. Por tratamiento térmico, se transforma del isómero trans a cis.	1 manta de calentamiento 2 vasos de precipitado de 250 m 2 vasos de precipitados de 100 ml 1 pipeta de 5 ml 1 pipeta de 1 ml 1 tupo de precipitados de 150 x 10	3 horas

	ambiente.	Entrega de informe al docente	mm 1 vidrio de reloj	
9	Sintetizar un complejo de coordinación bioinorgánico, a través de técnicas de Schleck, para observar el comportamiento de sistemas biológicos, con perseverancia y trabajo en equipo.	Síntesis orgánica del ligante, por medio de un sistema de reflujo, purificación por cromatografía de columna y caracterización por UV-Vis y ^{1}H RMN del ligante nitrogenado. Con el ligante puro, se prepara el complejo de metal de transición M^{+2}, con sistema de reflujo, el cual se caracteriza por UV-Vis. Entrega de informe al docente	Agitar magnético, plancha de agitación, matraz bola, condensador, manta de calentamiento, reostato, pipetas pasteur, bulbos para pipetas pasteur, placas de TLC, envase para placas de TLC, lámpara UV, rotaevaporador,	9 horas
UNIDAD IV				
10	Estudiar un complejo acarreador de oxígeno, a través de síntesis orgánicas, para modelar el comportamiento de enzimas y/o proteínas, con actitud y respeto al medio ambiente.	Síntesis de orgánica de un ligante tetradentado por medio de un sistema de reflujo, y su caracterización por FT-IR y punto de fusión. Preparación de un complejo a través de técnicas schlenk y sistema a reflujo. Caracterización por FT-IR y punto de fusión. Monitorear la absorción de oxígeno por el complejo sintetizado y disuelto en DMSO mediante un aparato sencillo dique asemeja un sistema biológico. Entrega de informe al docente	Embudo Buchner, aparato de punto de fusión, matraz de 3 bocas unión (24/40), plancha de calentamiento con agitación, agitador magnético, desecador al vacío,	9 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

En esta unidad de aprendizaje, el docente es un apoyo para el aprendizaje y emplea teorías constructivistas, conductistas, ingenieriles y científicas proporcionando información necesaria para que el alumno logre la integración de los diversos temas a tratar durante el desarrollo de la materia, recomienda lecturas previas a cada tema, asigna actividades extraclase individuales y por equipo para reafirmar el conocimiento. Revisa las tareas y avances de propuestas de proyectos realizando observaciones pertinentes para que exista una retroalimentación y un desarrollo adecuado de dichas propuestas.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

El estudiante toma notas del material visto en clase, analiza y expone dudas o puntos de vista basándose en los temas tratados. Trabaja de manera individual y en equipo para organizar y efectuar propuestas de proyectos. Adicionalmente, el estudiante realiza búsquedas de información complementaria a lo visto en clase y analiza aplicaciones prácticas de los temas tratados. Elabora un portafolio de desempeño y participa de una manera crítica, cooperativa y respetuosa durante todo el semestre. El estudiante realizará exposiciones individuales y en equipo de los temas analizados en clase.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones Parciales (3)…… 35 %
- Portafolio de Evidencia……..……..... 15%
- Evidencia de desempeño..... 50%
  (Investigación documental)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Bruce, R.K. (2012). *Transition-Metal Organometallic Chemistry: An Introduction*. New York, Estados Unidos: Academic Press [clasica]

Crabtree, R. C. (2014). *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*. New York, Estados Unidos: Wiley VCH.

Muhammad U., Li W., Haojie Y., Fazal H., Muhammad H., Raja S., Amin K., Ahsan N., Tarig E. (2018). Recent progress on ferrocene-based burning rate catalysts for propellant applications. *Journal of Organometallic Chemistry*, 872, 40-53.

Pregosin, P.S. (2012). *NMR in Organometallic Chemistry*. New York, Estados Unidos: Wiley VCH. [clasica]

Chemistry, O. and OpenCourseWare, M. (2018). Organometallic Chemistry. *MIT OpenCourseWare*. Recuperado de: https://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-44-organometallic-chemistry-fall-2004/index.htm

Complementarias

Chemistry, O. and OpenCourseWare, M. (2018). Organometallic Chemistry. *MIT OpenCourseWare*. Recuperado de: https://ocw.mit.edu/courses/chemistry/5-44-organometallic-chemistry-fall-2004/index.htm

Housecroft, C. E., y Sharpe, A. G. (2006). Química Inorgánica. México: Pearson.

The Organometallic Reader. (2018). *Epic Ligand Survey: Phosphines*. Recuperado de https://organometallicchem.wordpress.com/2012/01/20/epic-ligand-survey-phosphines/#more-325

Wailes, P.C. (2012). *Organometallic Chemistry of Titanium, Zirconium, and Hafnium*. New York, Estados Unidos: Academic Press. [clasica]

Ward, T.R. (2009). *Bio-inspired catalyst (Topics in organometallic chemistry)*. Nueva York, Estados Unidos: Springer. [clasica]

Xiomara, N.P., Arnold L.R., Enrique, M. (2018). Ferrocene-steroid conjugates: Synthesis, structure and biological activity. *Journal of Organometallic Chemistry*, 846,113-120.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente debe contar con título de Licenciatura o Ingeniería en el área de ciencias exactas, con experiencia docente y laboral de dos años preferentemente contar con un Posgrado afín a la unidad de aprendizaje. Tener la habilidad para guiar a los estudiantes a la comprensión de los conceptos del curso, que lleve a las potenciales aplicaciones. Tener conocimiento de paqueterías (Word, y Power Point) y aplicaciones actuales que sirvan de apoyo en el proceso de enseñanza- aprendizaje, ordenado y metódico.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Cultivo de Tejidos

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 03 **HT:** 00 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Angélica López Izquierdo.	
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Nayeli Guadalupe Girón Vásquez	
Tatiana Nenetzen Olivares Bañuelos	
Luis Jesús Villarreal Gómez	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. CRISTINA CASTAÑON B.

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es que el estudiante obtenga los fundamentos teóricos y prácticos de los diferentes cultivos de tejidos, identifique el funcionamiento y complejidad de los sistemas biológicos *in vitro*, para que el alumno tenga la capacidad de integrar, tanto los procesos biológicos, como el uso de la tecnología en el mantenimiento y generación de cultivos celulares y tejidos *in vitro*, así como, en la obtención de productos biotecnológicos con aplicaciones en el área médica y ambiental, con un razonamiento lógico y con fundamento científico. Se recomienda acreditar las asignaturas de biología celular, bioquímica y microbiología antes de cursar esta unidad de aprendizaje.
La asignatura de Cultivo de Tejidos es de carácter optativo, se encuentra ubicada en la etapa disciplinaría y pertenece al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar los fundamentos teóricos-prácticos de las técnicas básicas del cultivo celular, enfocadas en la generación y mantenimiento del crecimiento *in vitro* de diferentes tipos de células y tejidos vegetales y animales, mediante técnicas y métodos de cultivo, para promover el desarrollo y generación de cultivos celulares requeridos en el área médica, industrial y ambiental, practicando valores como la responsabilidad, ética y respeto a los seres vivos y al medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Un proyecto o propuesta que de respuesta a una necesidad económica, ecológica o de salud en donde se incluya el cultivo o producción de un cultivo de tejidos, que incluya marco teórico, antecedentes, justificación, objetivo, metodología, referencias bibliográficas y resultados esperados.

Elaboración de una bitácora y reporte de prácticas de laboratorio en donde se documente de manera estructurada la secuencia lógica de la serie de pasos para cumplir con el objetivo de las prácticas propuestas. En los reportes se registrarán los fundamentos teóricos del experimento, objetivos, metodología, resultados, discusión de resultados y conclusiones, reportando la bibliografía consultada.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción al cultivo de células y tejidos

Competencia:

Analizar las diferentes etapas históricas, perspectivas, ventajas y limitaciones del cultivo celular y de tejidos, a través del análisis reflexivo de la importancia y contribución de los mismos en la obtención de productos biológicos de interés en el área de la salud, industrial y ambiental, para distinguir su influencia en el conocimiento de las diferentes funciones celulares y sus aplicaciones en la biotecnología, con una actitud de respeto, ética y sensibilidad hacia los seres vivos.

Contenido: **Duración:** 4 horas

1.1. Introducción al cultivo celular y de tejidos
    1.1.1. Antecedentes de los cultivos celulares
    1.1.2. Línea del tiempo y principales autores
1.2. Perspectivas y conceptos actuales del cultivo celular
1.3. Aplicaciones y áreas de investigación del cultivo celular
1.4. Ventajas y limitaciones de las técnicas del cultivo celular

UNIDAD II. El laboratorio de cultivo celular

Competencia:

Distinguir el equipo, instrumentación, material y niveles de bioseguridad indispensables en el laboratorio de cultivo celular, mediante la aplicación de diferentes técnicas de eliminación de agentes contaminantes y prevención de riesgos, para obtener las condiciones requeridas el mantenimiento y desarrollo de los diferentes tipos de cultivos celulares y de tejidos necesarios en la industria médica y ambiental, con una actitud responsable, sistemática y proactiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

2.1. Diseño, mantenimiento y requerimientos de un laboratorio de cultivo
    2.1.1. Equipo y material para el cultivo celular y de tejidos
2.2. Niveles de bioseguridad y prevención de riesgos
    2.1.1. Reglamentación y organizaciones acreditadoras de laboratorios
2.3. Introducción a los agentes contaminantes
    2.3.1. Procesos de asepsia, desinfección y esterilización de material y equipo
    2.3.2. Detección e identificación de agentes contaminantes
    2.3.3. Técnicas para eliminar la contaminación
    2.3.4. Prevención de contaminantes y su importancia en el cultivo de células y tejidos
2.4. Métodos de recuento y viabilidad celular
2.5. Citometría de flujo

UNIDAD III. Cultivo de células y tejidos vegetales

Competencia:

Identificar las condiciones y elementos empleados para la obtención, mantenimiento y manipulación de los diferentes cultivos vegetales, mediante el estudio comparativo de las técnicas, equipo y material utilizado en el cultivo vegetal, para establecer cultivos de óptimo crecimiento de interés en la biotecnología, con una actitud de respeto, ética y propositiva.

Contenido:

Duración: 11 horas

3.1. Introducción a los cultivos vegetales
- 3.1.1. Tipos de tejido vegetal
- 3.1.2. Características y funciones
- 3.1.3. Totipotencia

3.2. Requerimientos para el cultivo de células y tejidos vegetales
- 3.2.1. Medios de cultivo
- 3.2.2. Control por fitohormonas
- 3.3.3. Saneamiento en el cultivo de tejido vegetal

3.3. Conservación de tejido vegetal
- 3.3.1.Tipos de conservación

3.4. Ingeniería genética de tejido vegetal
- 3.4.1. Métodos de transformación
- 3.4.2. Modificación genética

3.5. Aplicaciones de los cultivos de tejido vegetal
- 3.5.1. Micropropagación
- 3.5.2. Rescate de embriones
- 3.5.3. Mejoramiento de cosechas, tolerancia a ambientes extremos y resistencia a herbicidas
- 3.5.4. Resistencia a virus, bacterias y hongos
- 3.5.5. Producción de plantas mejoradas para la industria alimenticia (GMO)
- 3.5.6. Obtención de compuestos de interés farmacéutico, biomédico o industrial

UNIDAD IV. Cultivo de células y tejidos animales

Competencia:

Determinar las condiciones requeridas para la obtención, mantenimiento y aplicación de los cultivos celulares y cultivos de tejidos de animales, mediante el uso de diversos equipos y materiales de laboratorio de cultivo celular y la aplicación técnicas de asepsia y disección, para el adecuado crecimiento y desarrollo de los diferentes tipos de cultivos celulares y de tejidos animales para obtener productos de interés biomédico, con una actitud de respeto, dignidad, bioética y sensibilidad hacia los animales y las personas.

Contenido: **Duración:** 11 horas

4.1. Introducción al cultivo de células, tejidos y órganos de mamíferos
- 4.1.1. Desarrollo histórico de los cultivos animales

4.2. Generalidades del tejido animal
- 4.2.1. Características, tipo y función de los tipos de tejido animal
- 4.2.2. Cultivo en suspensión y en monocapa
- 4.2.3. Cultivo primario y secundario
- 4.2.4. Subcultivo

4.3. Requerimientos para el cultivo de células y tejido animal
- 4.3.1. Medios de cultivo y suplementos nutricionales.
- 4.3.2. Métodos de disgregación celular
- 4.3.3. Límite de Hayflick

4.4 Líneas celulares
- 4.4.1 Origen, característica e identificación de las líneas celulares
- 4.4.2. Línea celular continua
  - 4.4.2.1. Técnicas para la identificación de líneas celulares
  - 4.4.2.2. Código de designación de una línea celular

4.5. Células madre
- 4.5.1. Generación, derivación y reprogramación de células madre

4.6. Matrices tridimensionales para el crecimiento de células y tejido animal

4.7. Criopreservación de células y tejidos
- 4.7.1. Bancos de células y tejidos

4.8. Aplicaciones del cultivo de celular y tejido animal
- 4.8.1. Producción de vacunas, anticuerpos monoclonales y nuevos fármacos
- 4.8.2. Producción de tejidos *in vitro*
- 4.8.3. Órganos artificiales y medicina regenerativa

4.8.3. Órganos artificiales y medicina regenerativa

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Diferenciar los conceptos esenciales y niveles de bioseguridad en un laboratorio de cultivo de tejidos, a través del análisis de los requerimientos básicos para la implementación de un laboratorio de cultivo, para determinar las medidas de precaución, manejo y prevención de riesgos, con una actitud reflexiva y colaborativa.	Analiza y discute las medidas de precaución en el laboratorio, identificando los señalamientos y reglas básicas de seguridad e higiene en el laboratorio. Y entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Manual de Bioseguridad en el laboratorio (OMS). Instalaciones del laboratorio de cultivo de tejidos y equipo disponible.	2 horas
UNIDAD II				
2	Distinguir los métodos de esterilización, asepsia y desinfección del material y equipo del laboratorio de cultivo de tejidos, mediante el análisis comparativo de las técnicas y procesos empleados en la detección e identificación de contaminantes, para comprender la importancia de la prevención de contaminantes y su impacto en el cultivo celular, con actitud colaborativa, analítica y respetuosa.	Aplica las técnicas apropiadas para la preparación del equipo y material, así como la esterilización de este, y evalúa la eficacia de las técnicas de asepsia y esterilidad empleadas. Entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Instalaciones del laboratorio de cultivo de tejidos y equipo disponible. Autoclave Etanol 70% Hipoclorito 10% Material básico de laboratorio (picetas, agua estéril, vasos de precipitado, pipetas, mecheros).	2 horas
3	Examinar los elementos básicos de diseño y funcionamiento del microscopio y estereoscopio	Realiza el manejo del microscopio y estereoscopio, mediante la observación de diferentes	Microscopio óptico Estereocopio Muestras biológicas	2 horas

	mediante la manipulación y observación de muestras biológicas, con la finalidad de comprender y operar adecuadamente los instrumentos de observación microscópica, de manera responsable, orden y sistemática.	muestras biológicas. Realiza un análisis comparativo de las ventajas, limitaciones y aplicaciones de ambos instrumentos de observación. entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Portaobjetos Cubreobjetos Aceite de inmersión	
4	Determinar la importancia de los métodos directos para el conteo y viabilidad celular, mediante el manejo de la cámara de conteo y colorantes de exclusión, con la finalidad de estimar la cantidad de células presentes en un cultivo celular, con una actitud de tolerancia, respeto y colaborativa.	Realiza el conteo celular y determinará la viabilidad celular de un cultivo, mediante el uso de la cámara de Neubauer y la aplicación de colorantes de exclusión. entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Microscopio óptico Cámara de Neubauer Contador celular Colorante Muestra biológica para el conteo celular Material básico de laboratorio (picetas, micropipetas, puntas para micropipetas, papel secante, tubos para microcentrífuga, gradilla).	3 horas
UNIDAD III				
5	Elaborar diferentes medios de cultivo vegetal, para evaluar su importancia en el crecimiento de tejidos vegetales, mediante el uso de las técnicas adecuadas de asepsia y esterilización, de una manera ordenada, sistemática y analítica.	Revisa la formulación de los medios de cultivo, y realiza los cálculos necesarios para la preparación de estos. Prepara los medios de cultivo y vacía en cajas Petri y tubos de ensayo, haciendo uso de las buenas prácticas de laboratorio y de las técnicas de esterilización adecuadas. Demuestra la correcta aplicación de las técnicas de asepsia y esterilización con una prueba de esterilidad. Entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Autoclave Etanol 70% Agua destilada Agar Medio de cultivo Balanza Incubadora Material básico de laboratorio (vasos de precipitado, micropipetas, puntas para micropipetas, papel secante, tubos de ensayo, gradilla, parrilla eléctrica con agitación, barras magnética, cajas petri).	3 horas

6	Determinar la respuesta de crecimiento *in vitro* de raíces y formación de órganos vegetales en condiciones controladas, mediante la correcta aplicación de técnicas de cultivo vegetal, para la obtención de tejido vegetal en condiciones asépticas, con una actitud crítica, analítica y de respeto hacia la naturaleza.	Obtiene y manipula correctamente el material biológico. Realiza la desinfección de este, y coloca los explantes en medios de cultivo vegetal estériles para fomentar el desarrollo del cultivo vegetal. Incuba el tiempo necesario (de acuerdo con los requerimientos del tejido vegetal), observa y registra los resultados del crecimiento durante ese periodo. Entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Campana de flujo laminar Etanol 70% Hipoclorito al 10% Agua destilada estéril Medio de cultivo en cajas Petri y tubos de ensayo. Material de disección Balanza Incubadora Material básico de laboratorio (vasos de precipitado, micropipetas, puntas para micropipetas, probetas, matraz Erlenmeyer).	6 horas
7	Determinar las características, mantenimiento y cultivo del rescate de embriones, con el objetivo de desarrollar embriones vegetales en condiciones controladas, mediante la aplicación de las técnicas de disección, asepsia y esterilidad, con compromiso, disciplina y respeto por el medio ambiente.	Realiza el rescate de embriones vegetales, mediante la obtención de embriones de origen vegetal bajo las condiciones adecuadas de asepsia y esterilidad. Coloca en el medio de cultivo estériles para promover el crecimiento del embrión, observa y registra los resultados del crecimiento durante el periodo de incubación. Entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Campana de flujo laminar Etanol 70% Hipoclorito al 10% Agua destilada estéril Medio de cultivo en cajas Petri y tubos de ensayo. Material biológico Material de disección Balanza Incubadora Material básico de laboratorio (vasos de precipitado, micropipetas, puntas para micropipetas, probetas, matraz Erlenmeyer).	6 horas
8	Reproducir las técnicas utilizadas para la preservación, comercialización y/o germinación	Extrae y obtiene un embrión vegetal por medio del uso de las técnicas adecuadas de disección,	Campana de flujo laminar Etanol 70% Hipoclorito al 10%	6 horas

	en condiciones *in vitro* de las semillas sintéticas, mediante el uso de las técnicas de disección, asepsia y esterilidad, para comprender los métodos de manejo y procesamiento de las semillas en condiciones controladas, con responsabilidad, entusiasmo y actitud analítica.	en condiciones asépticas y de esterilidad. Coloca los embriones en una solución gelificante en agitación constante y genera pequeñas esferas que contengan al embrión, de manera que pueda ser almacenado y/o colocado en cultivo. El alumno entregará un reporte y bitácora de registro, observaciones y resultados de las actividades realizadas.	Agua destilada estéril Material biológico Material de disección Agar Parilla eléctrica y con agitación Balanza Incubadora Material básico de laboratorio (vasos de precipitado, micropipetas, puntas para micropipetas, probetas, matraz Erlenmeyer, barras magnéticas).	
UNIDAD IV				
9	Distinguir las técnicas básicas de cultivo celular animal, mediante el análisis comparativo de las técnicas y procedimientos en la generación, manejo y mantenimiento del cultivo animal, para determinar los requerimientos esenciales en el desarrollo de los diferentes tipos de cultivo celular de mamífero, con respeto, ética y sensibilidad hacia los seres vivos.	Compara las técnicas, protocolos y cuidados indispensables en la obtención, manipulación y desarrollo del cultivo celular animal. El alumno entregará un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Material audiovisual. Instalaciones del laboratorio de cultivo de tejidos y equipo disponible. Manuales de uso del equipo del laboratorio. Pizarrón, proyector, computadora, marcadores.	2 horas
10	Elaborar diferentes medios de cultivo animal, para evaluar su importancia en el crecimiento y mantenimiento del cultivo celular y de tejido animal, mediante el uso de las técnicas adecuadas de asepsia y esterilización, de una manera ordenada, sistemática y reflexiva.	Revisa la formulación de los medios de cultivo, realiza los cálculos necesarios para la preparación de estos. Prepara los medios de cultivo, haciendo uso de las buenas prácticas de laboratorio y de las técnicas de esterilización adecuadas. Demuestra la correcta aplicación de las técnicas de esterilización	Autoclave Etanol 70% Agua destilada Agar Medio de cultivo Balanza Incubadora Filtros con membrana de 0.22 µM Material básico de laboratorio (vasos de precipitado,	3 horas

		con una prueba de esterilidad. Entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	micropipetas, puntas para micropipetas, papel secante, tubos de ensayo, gradilla, parrilla eléctrica con agitación, barras magnética, cajas petri).	
11	Reproducir las técnicas de disección, extracción y manejo de tejido hepático (ratón), mediante el uso de las técnicas de asepsia, esterilidad y cultivo primario, para adquirir destrezas y habilidades para la generación de un cultivo primario, con sensibilidad, responsabilidad y respeto por los seres vivos.	Extrae tejido hepático de mamífero (ratón) previamente anestesiado. Con ayuda del material de disección se colecta el tejido y posteriormente lo disgrega y coloca en cultivo. El alumno practica las técnicas de asepsia y disección, siguiendo la reglamentación para el manejo de animales, así como la disposición de RPBI´s. Entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Kit de disección con bisturí y navaja Campana de flujo laminar Bandeja de disección con cama plástica Hipoclorito 10% Etanol 70% Papel secante Frasco T-25 para cultivo celular (en su defecto, caja para cultivo celular) Cloroformo Medio de cultivo estéril Algodón Vaso de precipitado de 100 mL Papel secante Bolsa roja RPBI Pizarrón	4 horas
12	Reproducir el manejo y cultivo de líneas celulares de origen animal, mediante la aplicación de las técnicas de asepsia, esterilidad y cultivo celular en monocapa, para adquirir destrezas y habilidades para el mantenimiento y manejo de un cultivo celular en monocapa, con responsabilidad, ética y respeto por los seres vivos.	Cultiva y mantiene líneas celulares en monocapa. Practica las técnicas de asepsia, esterilidad y dispersión celular, siguiendo la reglamentación para el manejo y disposición de RPBI´s. Entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Campana de flujo laminar Incubadora CO2 Centrífuga Medio de cultivo estéril, suplementado Cajas Petri para cultivo celular Bolsa rojo RPBI Material básico de laboratorio (vasos de precipitado, micropipetas, puntas para micropipetas, papel secante,	5 horas

			tubos de ensayo cónicos, pipetas pasteur).	
13	Reproducir las técnicas de criopreservación de líneas celulares, mediante la preparación del medio para preservar y las técnicas de asepsia y esterilidad adecuadas para el almacenamiento de las líneas celulares animales, con la finalidad de reconocer la importancia y fundamentos de la criopreservación de las estructuras celulares en condiciones óptimas, con una actitud analítica, reflexiva y respeto por la vida.	Prepara el medio para criopreservara las estructuras celulares. Practica las técnicas de asepsia, esterilidad, dispersión celular y almacenamiento de las líneas celulares animales, siguiendo la reglamentación para el manejo y disposición de RPBI´s. entrega un reporte y bitácora de registro de las actividades realizadas.	Campana de flujo laminar Incubadora CO2 Centrífuga DMSO Crioviales Medio de cultivo estéril, suplementado Cajas Petri para cultivo celular Bolsa rojo RPBI Material básico de laboratorio (vasos de precipitado, micropipetas, puntas para micropipetas, papel secante, tubos de ensayo cónicos, pipetas pasteur).	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día se establecerá la forma de trabajo, así como los criterios de evaluación, trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno. La unidad de aprendizaje constará de la parte teórica y práctica. Cumpliendo con la sección teórica, se realizarán temas de debate, exposiciones, dinámicas y grupos de trabajo que fomenten el pensamiento crítico y la capacidad de propuesta de los alumnos. Y, en la sección práctica incluirá la realización de prácticas de laboratorio, donde podrán desarrollar y practicar los conocimientos adquiridos en la sección teórica, de manera que complemente el proceso de enseñanza.

Estrategia de enseñanza (docente)

Deberá que explicar las competencias del curso y sentar las bases para estables los criterios de evaluación, especificando que las clases teóricas y prácticas se realizarán dentro del aula asignada y en el horario especificado.

Haciendo constar que habrá presentaciones, propuesta de temas de debate, dinámicas, ejercicios y problemas teóricos. Así como la asignación de tareas y exposiciones, de manera que se fomente una amplia visión sobre la unidad de aprendizaje. Por otra parte, también indicará que se realizarán prácticas donde serán capaces de adquirir destreza en el manejo de cultivos celulares y además puedan aplicar y relacionar el conocimiento adquirido en la teoría de la unidad de aprendizaje, así como de otras unidades de aprendizaje. Y, finalmente, se les proporcionarán los criterios de evaluación correspondientes, según los estatutos vigentes de la UABC. Deberá dirigirse siempre de manera respetuosa hacia los alumnos.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

Se les dará a conocer los objetivos y las habilidades que se espera que desarrollen en la unidad de aprendizaje, proporcionándoles el encuadre y criterios de evaluación correspondientes. Se informará que la unidad de aprendizaje posee una parte teórica, en donde podrán fomentar la iniciativa, la creatividad, la lectura, la responsabilidad, el respeto, el trabajo en equipo y la capacidad propositiva en relación a la unidad de aprendizaje, a través de la creación de grupos de trabajo, resolución de problemas teóricos, exposiciones. Siendo en la posibilidad de llevarse a cabo de manera individual o en grupos. Deberán dirigirse de manera respetuosa hacia el docente y a sus compañeros. Y, en acuerdo y cumplimiento con los criterios de evaluación establecidos, desempeñarán adecuadamente cada uno de ellos con el objetivo de cumplir con las competencias de la unidad de aprendizaje correspondiente.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)……30%
- Tareas individuales …….... 5%
- Exposiciones orales ……10%
- Bitácora de laboratorio ……5%
- Reportes de laboratorio ……15%
- Evidencia de desempeño..... 35%
  (Proyecto o propuesta que responda a una necesidad económica, ecológica o de salud en donde se incluya el cultivo o producción de un cultivo de tejidos)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Bhojwani, S. S. (2003). *Agrobiotechnology and plant tissue culture*. Enfield, NH: Science Publishers. [clásica]

Butler, M. (2004). *Animal cell culture and technology* (2ª ed.). Estados Unidos: BIOS Scientific Publishers. [clásica]

Freshney, R. I. (2013). *Culture of animal cells: A manual of basic technique and specialized applications*. Johanneshov: MTM.

Freshney, R. I. (2016). *Culture of animal cells: A manual of basic technique and specialized applications*. Estados Unidos: Wiley-Blackwell.

Hall, R. D. (1999). *Plant cell culture protocols*. Estados Unidos: Humana Press. [clásica]

Loyola-Vargas, V. M., y Ochoa-Alejo, N. (2018). *Plant cell culture protocols*. Estados Unidos: Humana Press

Portner, R. (1999). *Animal cell biotechnology: methods and protocols* (2ª ed.). Estados Unidos: Humana Press. [clásica]

Sigma-Aldrich. (2018). *Fundamental Techniques in Cell Culture*. Inglaterra: European Collection of Authenticated Cell Cultures. http://www.phe-culturecollections.org.uk

Vunjak-Novakovic, G. (2006). *Culture of cells for tissue engineering*. New York: Wiley-Liss.

Complementarias

Balci-Hayta, B., Bekircan-Kurt, C. E., Aksu, E., Dayangac-Erden, D., Tan, E., y Erdem-Ozdamar, S. (2018). Establishment of primary myoblast cell cultures from cryopreserved skeletal muscle biopsies to serve as a tool in related research y development studies. *Journal of the Neurological Sciences*, *393*, 100-104. https://doi.org/10.1016/j.jns.2018.08.018

Boroda, A. V. (2017). Marine mammal cell cultures: To obtain, to apply, and to preserve. *Marine Environmental Research*, *129*, 316-328. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.06.018

Hollander, A. P. y Hatton, P. V. (2004). *Biopolymer Methods in Tissue Engineering*. Estados Unidos: Humana Press. [clásica]

Meyer, H.-P., y Schmidhalter, D. R. (2014). *Industrial scale suspension culture of living cells*. Weinheim, Alemania: Wiley-Blackwell.

Neumann, K.-H., Ashwani, K., y Imani, J. (2012). *Plant cell and tissue culture: A tool in biotechnology: basics and application*. Berlin, Alemania: Springer. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe presentar título en Licenciado en Ciencias Naturales y Exactas, o área afín, preferentemente con posgrado y experiencia en el área biológica y biotecnológica. Se sugiere experiencia laboral y docente de por lo menos dos años. El docente debe contar con facilidad de palabra, fomentar el estudio auto dirigido, facilitar el aprendizaje mediante diferentes técnicas y promover el proceso de pensamiento crítico de los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Escuela de Ciencias de Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniería

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biomecánica

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACION GENERAL DE FORMACION BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Edgar Gerardo Avalos Gallardo	
Roberto López Avitia	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.

Fecha: 15 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El curso tiene como propósito que el alumno comprenda y explique el funcionamiento físico de sistemas biológicos o biomédicos con base en la mecánica del cuerpo rígido y la mecánica de fluidos, para aplicar dichos conocimientos a sistemas biomecánicos.
Es útil para las carreras de bioingeniería, medicina, física y/o biología que pretenden unir sus conocimientos en forma multidisciplinaria alrededor de la biomecánica.

Biomecánica es una asignatura optativa de la etapa disciplinaria y pertenece al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño. Se recomienda tener conocimientos sobre anatomía y fisiología del cuerpo humano, así como mecánica vectorial.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el funcionamiento de los sistemas musculares, esquéletico, respiratorio y circulatorio, mediante la mecánica del cuerpo rígido, la mecánica de fluidos y el uso de modelos matemáticos, computacionales y físicos, para generar modelos reales de soporte al funcionamiento físico del cuerpo humano, con actitud crítica, colaborativa y multidisciplinariedad.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora un prototipo computacional, que modele un sistema de soporte al funcionamiento físico del cuerpo humano y presenta al grupo y al docente los avances de manera periódica. Entrega los archivos del prototipo computacional y su presentación en diapositivas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Mecánica del cuerpo rígido

Competencia:
Identificar la anatomía y fisiología del tejido óseo y cartílago articular, mediante el análisis del funcionamiento de la mecánica del cuerpo rígido, para su aplicación en las áreas de la medicina, el deporte y la ergonomía, con una actitud proactiva y crítica.

Contenido: **Duración:** 20 horas

1.1. Introducción a la biomecánica
1.2. Análisis de la estructura del tejido óseo
    1.2.1 Propiedades mecánicas del hueso compacto y esponjoso
    1.2.2 Análisis biomecánico del hueso como estructura
    1.2.3 Estructura del cartílago articular y sus propiedades mecánicas
1.3. Fuerza y momento
1.4. Registro de deformaciones y módulo de Young
1.5. Propiedades inerciales y aplicación en el movimiento humano
1.6. Estudio biomecánico de la fractura
    1.6.1Sistemas de reparación de fracturas
1.7. Biomecánica de las artroplastias
1.8. Anatomía de la cadera
    1.8.1. Análisis y diseño teorico de una prótesis de cadera
1.9 Anatomía de la rodilla
    1.9.1 Análisis y diseño teorico de una prótesis de rodilla
1.10. Biomecánica de la marcha humana
1.11. Introducción a la Ergonomía

UNIDAD II. Mecánica de fluidos

Competencia:
Analizar los componentes y funcionamiento de los sistemas respiratorio y cardiovascular, para aplicar la mecánica de fluidos a estos sistemas, mediante la descripción de la circulación sanguínea y las presiones involucradas en el cuerpo humano, con una actitud analítica y trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 12 horas

2.1. Presión hidrostática y principio de Pascal.
2.2. Principio de Arquimides.
2.3. Presión en el cuerpo.
    2.3.1 Hidrocefalia,
    2.3.2 Glaucoma,
    2.3.3 Movimientos peristálticos.
2.4. Fisiología del sistema respiratorio.
2.5. Fisiología del sistema cardiovascular.
2.6. Aplicación de la mecánica de fluidos en el sistema cardiovascular.
2.7. Teorema de Bernoullí.
2.8. Intercambio de sustancias a través de capilares y membranas.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
1	Elaborar un ejemplo de sistema biomecánico, mediante el uso de un paquete computacional cálculos vectoriales, para analizar los esfuerzos y deformaciones en una pieza de soporte para el cuerpo humano, con una actitud creativa y proactiva.	El docente explica el funcionamiento del programa computacional que se utilizará durante el curso para el diseño de piezas biomecánicas y muestra un ejemplo con todas las etapas del diseño. El alumno sigue el proceso mostrado por el docente en una computadora con el paquete computacional para diseño de piezas biomecánicas. El docente aclara las dudas que surjan y supervisa las etapas de dicho ejemplo. Al final el alumno entrega su archivo del modelo ejemplo creado al docente para su revisión.	Equipo de cómputo con capacidad suficiente para ejecutar programas de modelado biomecánico. Paquete computacional para análisis y diseño de piezas para soporte biomecánico.	12 horas
2	Desarrollar modelos de piezas de soporte biomecánico, mediante el diseño estructural de esfuerzos y deformaciones aplicadas en el cuerpo humano, para su implementación en prótesis de cadera, rodilla y análisis de la marcha, con responsabilidad y actitud crítica.	El docente supervisa cada etapa de diseño, análisis e implementación del modelo computacional de una prótesis de cadera desarrollada en el taller. El alumno establece los criterios de diseño de una prótesis de cadera, analiza sus parámetros mediante un paquete de diseño biomecánico y entrega un reporte técnico del modelo desarrollado por escrito al docente, para su revisión y posterior implementación.	Equipo de cómputo con capacidad suficiente para ejecutar programas de modelado biomecánico y procesadores de texto. Paquete computacional para análisis y diseño de piezas para soporte biomecánico.	12 horas

3		El docente supervisa cada etapa de diseño, análisis e implementación del modelo computacional de una prótesis de rodilla desarrollada en el taller. El alumno establece los criterios de diseño de una prótesis de rodilla, analiza sus parámetros mediante un paquete de diseño biomecánico y entrega un reporte técnico del modelo desarrollado por escrito al docente, para su revisión y posterior implementación.	Equipo de cómputo con capacidad suficiente para ejecutar programas de modelado biomecánico y procesadores de texto. Paquete computacional para análisis y diseño de piezas para soporte biomecánico.	12 horas
4		El docente supervisa cada etapa de diseño de un modelo de análisis de la marcha del cuerpo humano y la implementación del algoritmo computacional que simule el andar de un sujeto ante distintas situaciones propuestas. El alumno establece los criterios de diseño de una situación de análisis de la marcha e implementa los algoritmos de diseño que simulen el andar de un sujeto y entrega un reporte técnico del modelo desarrollado por escrito al docente, para su revisión.	Equipo de cómputo con capacidad suficiente para ejecutar programas de modelado biomecánico y procesadores de texto. Paquete computacional para análisis y diseño de piezas para soporte biomecánico.	12 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente):
El docente expone los temas y fomenta la participación del alumno, mediante preguntas abiertas relacionadas con el tema expuesto. En las sesiones de prácticas de taller el docente funge como asesor, supervisor y facilitador del aprendizaje del alumno, buscando la aplicación de los temas abordados en clase.

Estrategia de aprendizaje (alumno):
El alumno debe entregar un reporte formal con la descripción de la práctica, resultados y conclusiones de la misma en un plazo no mayor a una semana después de la finalización de la misma, desarrollará un cuadernillo de problemas por unidad de aprendizaje que le ayudarán para afianzar el conocimiento visto en clase, además desarrollará un proyecto semestral de algún tema relacionado con la biomecánica aprobado por el docente y realizará además una exposición oral al final del semestre y elaborará un documento de dicha investigación.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Prácticas de taller:…….……30%
- Cuadernillo de problemas:……...10%
- Evaluaciones parciales…….30%
- Evidencia de desempeño……..……..30%
- (prototipo de modelo biomecánico y exposición)

Total……...……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Beer, F.P., Russell, J., Dewolf, J.T. y Mazureck, D.F. (2015). *Mechanics of Materials* (7ª ed.). Estados Unidos: McGraw-Hill Education. Le Veau, B. (2008). *Biomecánica del movimiento humano.* México: Trillas. [clásica] Oomens, C. Breckelmans, M. y Baaijens, F. (2009). *Biomechanics Concepts and computation.* Reino Unido: Cambridge University Press. [clásica] Winter, D.A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4ª ed.). Estados Unidos: John Wiley. [clásica]	Biomechanics – IEEE Conferences, Publications, and Resources. Recuperado de http://technav.ieee.org/tag/3405/biomechanics.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación de licenciatura en bioingeniería, bioelectrónica, ingeniería biomédica, física médica o afín al área del conocimiento a impartir. Preferentemente con maestría o doctorado con experiencia en investigación o experiencia laboral en el área de la biomecánica.
Actualización y capacitación constante en las áreas de interés relacionadas a esta unidad de aprendizaje.
Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitar la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Microcontroladores

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Mario Alberto Camarillo Ramos	
Roberto López Avitia	
Miguel Enrique Bravo Zanoguera	

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 06 de noviembre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje proporciona al estudiante los conocimientos relevantes para implementar sistemas de monitoreo y control de variables físicas, digitales y analógicas, utilizando herramientas integradas en los dispositivos sugeridos; permite integrar a sistemas existentes mejoras o modificaciones a través de manipulación de elementos externos, utilizando las técnicas de programación e implementación propuestas.

La unidad de aprendizaje es optativa, se ubica en la etapa disciplinaria y corresponde al área de Ingeniería Aplicada y Diseño

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Programar microcontroladores, en función de los periféricos necesarios y convenientes en simulación y aplicación para desarrollar aplicaciones de instrumentación, eficiente y organizadamente, con actitud objetiva y responsable.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora un reporte técnico que describa la metodología empleada en el diseño de un programa utilizado en la operación de un microcontrolador para la resolución de un problema de Bioingeniería, así como sus resultados y conclusiones.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Arquitectura de microcontroladores

Competencia:
Identificar la arquitectura microcontroladores, a través de la revisión de hojas de datos de diversos fabricantes, para determinar cuál de los diferentes dispositivos existentes en el mercado son adecuados en una posible aplicación de control y/o monitoreo, con una actitud crítica y trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1 Arquitectura Harvard, Von Neumann, Paralelo.
1.2 Computadoras de instrucciones reducidas (RISC)
1.3 Computadoras de instrucciones complejas (CISC)

UNIDAD II. Programación estructurada en el microcontrolador

Competencia:
Crear programas con lenguaje estructurado en el microcontrolador, utilizando algoritmos, para el control de la información, con una actitud reflexiva, paciente y analítica.

Contenido:

Duración: 8 horas

2.1 Tipos de datos y variables
2.2 Lógica de programación
  2.2.1 Decisiones
  2.2.2 Secuencias
  2.2.3 Lazos
2.3 Funciones
2.4 Punteros

UNIDAD III. Configuración de periféricos del microcontrolador

Competencia:
Configurar los periféricos o módulos del microcontrolador, a través de herramientas de desarrollo, para el procesamiento de la información de las variables a monitorear y/o controlar, con una actitud analítica, reflexiva y trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 14 horas

3.1 Convertidores analógicos-digitales
3.2 Convertidores digitales-analógicos
3.3 Periféricos para adquisición de frecuencias
3.4 Periféricos para generación de frecuencias
3.5 Módulos para comunicación entre microcontroladores y dispositivos.

UNIDAD IV. Medición de magnitudes físicas

Competencia:
Medir magnitudes físicas, utilizando el microcontrolador como dispositivo principal o auxiliar de monitoreo y/o control, con disposición de trabajo en equipo y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 8 horas

4.1 Resistencia
4.2 Corriente
4.3 Capacitancia
4.4 Otras magnitudes físicas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD II				
1	Crear programas en lenguaje estructurado, para controlar secuencias, decisiones, lazos y funciones, por medio de algoritmos, con una actitud paciente y analítica.	Controla secuencias, decisiones, lazos y funciones de la siguiente manera: Resuelve ejercicios de toma de decisiones para el control de secuencias. Crea funciones con diferentes tipos de entrada y salida que se implementarán en los algoritmos creados. Comparte y entrega resultados de los ejercicios.	Computadora con el compilador instalado.	6 horas
UNIDAD III				
2	Identificar las características de un convertidor digital-analógico y un analógico-digital, a través de la revisión bibliográfica, para comprender la operación de los módulos, de manera paciente y analítica.	Realiza la medición de voltaje con una resolución y frecuencia de muestreo específica, muestra el resultado en pantalla para el ADC. Genera una señal de voltaje con una resolución y frecuencia de muestreo específica, muestra el resultado en pantalla para el DAC. Elabora y entrega reporte.	Computadora con el compilador instalado, internet, libros	2 horas
3	Identificar algoritmos o hardware de medición y generación de frecuencia, a través de la revisión bibliográfica para comprender la operación de los módulos, de manera paciente y analítica.	Documenta las técnicas para medir y generar frecuencias. Forma equipos con los compañeros del grupo y resuelve ejercicios de medición y generación de frecuencias. El docente proporciona los ejercicios y los estudiantes	Internet, libros, hojas de datos.	2 horas

		resuelven aplicando las técnicas de medición y generación de frecuencias. Compara resultados con los otros equipos y entrega reporte.		
4	Identificar algoritmos en software o hardware para la comunicación serial, a través de la revisión bibliográfica para comprender la operación del módulo, de manera paciente y analítica.	Documenta las técnicas para la generación de comunicación serial, sus tasas de transferencia y aplicaciones. Forma equipos con los compañeros del grupo y resuelve ejercicios de comunicación serial entre diferentes dispositivos. El docente proporciona los ejercicios y los estudiantes resuelven aplicando la comunicación serial. Compara resultados con los otros equipos y entrega reporte.	Internet, libros, hojas de datos.	2 horas
UNIDAD IV				
5	Identifica sensores de diferentes tipos, con salidas analógicas en voltaje, corriente, resistencia, etcétera, para hacer caracterizaciones con el microcontrolador, con una actitud crítica y analítica.	Investiga sensores de diferentes magnitudes físicas (presión, temperatura, caudal, etc). Forma equipos con los compañeros del grupo y resuelve ejercicios resolución completa del sensor-microcontrolador. El docente proporciona los ejercicios y los estudiantes resuelven aplicando técnicas de acondicionamiento.	Internet, libros, hojas de datos de sensores y microcontrolador	4 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD II				
1	Crear programas en lenguaje estructurado, para generar mensajes en un Puerto, a través del código, con responsabilidad y honestidad.	Genera mensajes en un puerto utilizando el lenguaje estructurado: El alumno realiza algoritmos para la generar mensajes para implementar un programa que muestre su número de control en un puerto. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, fuente de voltaje, LEDs, display de 7 Segmentos.	2 horas
2	Crear programas en lenguaje estructurado, utilizando la configuración de interrupciones, para comprobar el comportamiento asíncrono de la interrupción, con claridad en el código, responsabilidad y honestidad.	Elabora un algoritmo a través de interrupciones: el alumno utiliza interrupciones internas (base de tiempo) y externas (condición de evento). Mide el tiempo de reacción al presionar un botón y muestra el tiempo transcurrido. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, fuente de voltaje, LEDs, display de 7 Segmentos, interruptores	4 horas
UNIDAD III				
3	**I**mplementar conversiones Analógico-Digitales, utilizando módulos de conversión internos o externos, para comprender la resolución mínima o máxima de la	Elabora un algoritmo capaz de medir y mostrar voltaje: El alumno utiliza un ADC interno o externo. Realiza mediciones con el	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, fuente de voltaje, LEDs, display de 7	4 horas

	variable, de manera responsable y crítica.	convertidor analógico-digital utilizando diferentes resoluciones y las muestra en pantallas o Leds. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.	Segmentos, potenciómetros.	
4	Implementar conversiones Digital-Analógicas, utilizando módulos internos o externos, para generar voltajes continuos (no discretos), de manera responsable y crítica.	Elabora un algoritmo capaz de generar voltaje: El alumno utiliza un DAC interno o externo. Genera señales triangulares y senoidales con el convertidor digital-analógico. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, Fuente de voltaje, LEDs, display de 7 Segmentos, interruptores, resistencias.	4 horas
5	Realizar mediciones de frecuencias bajas y altas con el microcontrolador, utilizando algoritmos (software) o módulos (hardware), para adquirir señales de variables físicas y/o fisiológicas, con responsabilidad, honestidad, con actitud crítica y analítica.	Elabora un algoritmo capaz de medir frecuencia: El alumno utiliza un módulo en hardware o software para medir frecuencia. Realiza mediciones de frecuencia de señales cuadradas, triangulares o senoidales, y las muestra en pantallas o Leds. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, Fuente de voltaje, LEDs, display de 7 Segmentos, interruptores, generador de funciones.	4 horas
6	Generar frecuencias con el microcontrolador, utilizando algoritmos (software) o módulos (hardware), para controlar motores o bocinas, de manera responsable, con una actitud crítica y analítica.	Elabora un algoritmo capaz de generar frecuencia: El alumno utiliza un módulo en hardware o software para generar señales cuadradas con una frecuencia específica. Genera una melodía y la reproduce en una bocina. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, Fuente de voltaje, LEDs, display de 7 Segmentos, interruptores, motor de C.D., bocina.	4 horas

		código, y fuentes de información.		
7	Establecer comunicación serial, utilizando los módulos de comunicación del microcontrolador, para comprobar el envío y recepción de datos, con claridad en el código, de manera analítica	Elabora un algoritmo de comunicación serial: El alumno utiliza un módulo en hardware o software para establecer comunicación serial: Produce un menú entre el microcontrolador y la computadora a diferentes tasas de transferencia. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, Fuente de voltaje, LEDs, display de 7 Segmentos, interruptores, interfase para protocolo de comunicación.	4 horas
UNIDAD IV				
8	Diseñar un medidor de resistencia, corriente y/o capacitancia, con los algoritmos y módulos sugeridos, para integrar técnicas monitoreo, de manera responsable, con una actitud crítica y analítica.	Elabora un algoritmo de adquisición de datos: El alumno utiliza el microcontrolador para crear un sistema de monitoreo. Mide voltaje, resistencia, corriente y/o capacitancia. Presenta las mediciones en una pantalla o Leds. Entrega reporte de con el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.	Ambiente de programación para el microcontrolador, programador de microcontroladores, microcontrolador, Fuente de voltaje, LEDs, display de 7 Segmentos, interruptores, resistencias, capacitores.	6 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)

El docente es guía en la asimilación de la información por unidades y proporciona los algoritmos necesarios para el desarrollo de las unidades de lenguaje estructurado. Revisa la ejecución de las prácticas y retroalimenta información sobre los reportes entregados, así como las evaluaciones planteadas durante la unidad de aprendizaje.

Estrategia de aprendizaje (alumno)

El estudiante debe realizar las prácticas planteadas en el manual de la unidad de aprendizaje; presenta reportes de cada una con el formato señalado en el manual de prácticas, realiza investigaciones documentales, elabora y resuelve ejercicios. Trabaja en equipo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Evaluaciones parciales (3)…….…..……..... 30%
Prácticas……..... 40%
(Entregar reportes técnicos de las prácticas realizadas en taller y laboratorio, donde incluya objetivo, desarrollo y conclusiones)
Evidencia de desempeño…..……...30%
(reporte técnico que describa la metodología empleada en el diseño de un programa utilizado en la operación de un microcontrolador para la resolución de un problema de Bioingeniería, así como sus resultados y conclusiones)
Total…….…….....100%

Los reportes de prácticas de laboratorio deben integrar: el diagrama de flujo o estados, el código, y fuentes de información.

IX. REFERENCIAS

Básicas

IEEE Xplore Digital Library. (S.f). *Measurement and automation journal*. Recuperado de https://ieeexplore.ieee.org/search/searchresult.jsp?queryText=measurement%20and%20automation%20journal&highlight=true&returnFacets=ALL&returnType=SEARCH&refinements=PublicationTitle:Journal%20of%20Systems%20Engineering%20and%20Electronics

Rafiquzzaman, M. (2018). *Microcontroller Theory and Applications with the PIC18F* (2ª ed.). Estados Unidos: Wiley.

Sánchez. J. (2017). *Embedded Systems Circuits and Programming.* Estados Unidos: CRC.

Texas Instruments. (S.f). Recuperado de: http://www.ti.com/

Torrente, O. (2016). *El mundo genuino-arduino: curso práctico de formación*. España: Alfaomega.

Valvano, J. (2016). I*ntroduction to Embedded Systems.* CreateSpace Independent Publishing Platform.

Complementarias

Kernighan, B. (1998). *The C programming language* (2ª ed.). Estados Unidos: Prentice Hall. [clásica]

Prata, S. (2005). *C Primer Plus*. (5ª ed.). Estados Unidos: Sams Publishing. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de este curso debe poseer un título de Ingeniero electrónico, mecatrónica, sistemas computacionales o computación o área afín, de preferencia con posgrado y experiencia laboral y docente de dos años en el área de programación.
El docente debe ser responsable, paciente, promotor de la participación activa de los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada y Escuela de Ciencias de Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Salud Ambiental

5. **Clave**:

6. **HC:** 03 **HL:** 00 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 03 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA **Firma**

Marco Antonio Reyna Carranza
Efraín Carlos Nieblas Ortiz
Alejandra Ortiz Mendoza

Fecha: 31 de octubre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s) **Firma**

Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta asignatura es la toma de conciencia respecto del impacto al medio ambiente, ecosistemas y a la salud humana causado por las acciones del ser humano en los diferentes ámbitos medioambientales. Su utilidad radica en proporcionar al estudiante una visión crítica y analítica de la problemática ambiental a nivel personal, comunitario, gubernamental y privado, para incentivar su participación en propuestas y soluciones viables.
Esta asignatura se imparte en la etapa disciplinaria con carácter optativo y contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería .

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar los aspectos básicos de la salud ambiental, mediante la utilización de las técnicas de tratamiento de datos, para coadyuvar en la búsqueda de soluciones que mejoren las condiciones de salud pública, con objetividad, honestidad y sentido crítico.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora el análisis de riesgo a la salud ambiental en un ambiente determinado, del cual entregará un informe técnico en formato electrónico y en físico, especificando la(s) técnicas y metodología(s) utilizadas(s). Además de las características indicadas por el docente.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Aspectos generales de la salud ambiental

Competencia
Analizar generalidades de la salud ambiental, mediante la interrelación conceptual de sus variantes en el campo del conocimiento nacional e internacional, para comprender la trascendencia de ésta en la salud de los seres humanos y los ecosistemas, con objetividad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 Binomio Salud Enfermedad
1.2 Historia de la Salud ambiental en México
1.3 Salud Ambiental y los países en desarrollo
1.4 Principales problemas en Salud ambiental en México
1.5 Principales problemas en Salud ambiental en el mundo
1.6 Principales catástrofes medioambientales en México y el mundo

UNIDAD II. Riesgos ambientales

Competencia:
Distinguir los diversos riesgos ambientales, mediante el análisis de la exposición a los diversos tipos de contaminantes ambientales, para establecer medidas preventivas y correctivas en cuanto a salud ambiental, con actitud proactiva y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 5 horas

2.1 Clasificación
2.2 Tipos de contaminantes ambientales
2.3 Antecedentes históricos de la contaminación ambiental
2.4 Exposición a contaminantes
2.5 Evaluación y análisis de riesgo

UNIDAD III. Epidemiología ambiental

Competencia:
Aplicar las bases de la epidemiología ambiental, mediante sus indicadores de impacto y criterios de causalidad, para establecer relaciones causales y llevar a cabo medidas preventivas y correctivas que incidan en mejoras a la salud de la población, con actitud proactiva y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 5 horas

3.1 Principales tipos de estudios epidemiológicos en Salud ambiental
3.2 Principales tipos de estudios epidemiológicos en la contaminación del aire
3.3 Indicadores epidemiológicos de impacto
3.4 Criterios de Bradford y Hill
3.5 Aplicaciones de la Epidemiología en el “Análisis de riesgo”

UNIDAD IV. Salud ocupacional

Competencia:
Distinguir los factores de riesgo a los que está expuesto un trabajador, mediante la identificación de los riesgos laborales que de ellos emanan, para establecer relaciones causales entre el tipo de trabajo que se realiza, la prevención de enfermedades y accidentes y los derechos de los trabajadores, con responsabilidad social y objetividad.

Contenido: **Duración:** 5 horas

4.1 Eventos históricos en salud ocupacional
4.2 Riesgos de trabajo
4.3 Agentes de riesgo en salud ocupacional
4.4 Efectos físicos y psicológicos en salud ocupacional
4.5 Legislación en salud ocupacional

UNIDAD V. Contaminación del Agua

Competencia:
Analizar la situación actual del agua a nivel local, nacional y mundial, mediante la identificación de los contaminantes y diferentes tipos de aguas y sus tratamientos, para establecer conductas responsables en cuanto a su uso y conservación, con responsabilidad social y compromiso ambiental.

Contenido: **Duración:** 5 horas

5.1 Situación actual del agua en el ámbito local, nacional y mundial
5.2 Aguas para consumo humano
5.3 Aguas de contacto
5.4 Aguas residuales
5.5 Contaminación del agua

UNIDAD VI. Contaminación del aire

Competencia:
Diferenciar los tipos de contaminantes atmosféricos, mediante la identificación de las fuentes de emisión, tipos de exposición y contaminantes criterio, para prevenir o mitigar los efectos a la salud humana y ecosistemas, con responsabilidad social y ambiental.

Contenido: **Duración:** 7 horas

6.1 Fuentes de emisión
6.2 Tipos de contaminantes
6.3 Contaminantes criterio
6.4 Efectos en la salud por la contaminación del aire
6.5 Efectos en la salud por contaminantes criterio
6.6 Exposición a contaminantes atmosféricos
6.7 Efectos en la salud por contaminación por ruido
6.8 Medidas de mitigación.

UNIDAD VII. Toxicología ambiental

Competencia:
Examinar los conceptos básicos de la toxicología en la salud ambiental, mediante la relación de causalidad que existe entre las sustancias de origen antropogénico y naturales, para el establecimiento de medidas preventivas con apego a la normatividad, con responsabilidad social y objetividad.

Contenido: **Duración:** 4 horas

7.1 Generalidades en toxicología
7.2 Metales
7.3 Plaguicidas
7.4 Normatividad en Toxicología

UNIDAD VIII. Efectos en la salud por la contaminación ambiental

Competencia:
Interpretar los principales efectos en la salud humana por la contaminación ambiental en las 3 esferas, mediante el análisis de los daños a la salud por la contaminación de aire, agua y tierra, para comprender la importancia y relación entre la salud ambiental y la salud humana, con responsabilidad social y compromiso con su entorno.

Contenido: **Duración:** 4 horas

8.1 Principales efectos en la salud por la contaminación ambiental
8.2 Daños a la salud por la contaminación del aire
8.3 Daños a la salud por la contaminación del agua
8.4 Daños a la salud por la contaminación de alimentos

UNIDAD IX.- Calentamiento climático

Competencia:
Analizar el impacto del calentamiento global, mediante el establecimiento de sus causas y consecuencias en la salud ambiental, para participar en las medidas de control a nivel personal y comunitario, con responsabilidad social y compromiso.

Contenido: **Duración:** 3 horas

9.1 Calentamiento climático y su impacto ambiental
- 9.1.1 Definición y causas
- 9.1.2 Consecuencias
- 9.1.3 Medidas de control

UNIDAD X.- Estudios epidemiológicos

Competencia:
Aplicar las metodologías de los principales estudios epidemiológicos utilizados en salud ambiental, mediante el diagnóstico de situación de un problema de salud y los criterios e instrumentos epidemiológicos, para abordar y resolver en el terreno este problema con un enfoque de prevención y control, con actitud crítica y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 4 horas

10.1 Estudios epidemiológicos en salud ambiental
- 10.1.1 Clasificación y características
- 10.1.2 Utilización
- 10.1.3 Aplicación

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar los conceptos básicos de la salud ambiental, a partir de una investigación documental desde una perspectiva nacional e internacional, para comprender la importancia de la misma en la salud humana y los ecosistemas, con actitud analítica y colaborativa.	Aspectos generales de la Salud ambiental. 1.- El docente explica los aspectos generales de la Salud Ambiental. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la historia de la salud ambiental en México y en el mundo. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo producto de la investigación documental con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre los aspectos generales de la salud ambiental.	2 horas
UNIDAD II				
2	Identificar los principales riesgos ambientales en México y en el mundo, a partir de una revisión bibliográfica, para relacionar los daños que pueden producirse por factores del entorno natural y los provocados por el ser humano, con responsabilidad social y honestidad.	Riesgos ambientales. 1.- El docente explica los riesgos ambientales que existen. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre los riesgos ambientales con un enfoque en los efectos del entorno natural y del ser humano sobre el ambiente. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre los riesgos ambientales.	1 hora

		investigación realizada, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD III				
3	Distinguir las relaciones de causalidad de la contaminación sobre la salud, mediante la revisión de los factores ambientales físicos, químicos y biológicos, para promover mejoras en la salud ambiental, con responsabilidad social y actitud proactiva.	Epidemiología ambiental. 1.- El docente explica el concepto de la epidemiologia ambiental. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la epidemiología ambiental. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la epidemiología ambiental.	1 hora
UNIDAD IV				
4	Distinguir los riesgos a los que está expuesto un trabajador, a partir de una investigación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo, para la prevención y el control de enfermedades y accidentes, con responsabilidad social y objetividad.	Salud Ocupacional. 1.- El docente explica el concepto de la salud ocupacional. 2.- El alumno realiza una investigación documental o ensayo sobre la Salud Ocupacional con énfasis en los factores y condiciones de riesgo y como prevenirlos. 3.- El alumno entrega al docente el reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la Salud Ocupacional.	2 horas
UNIDAD V				

5	Identificar los tipos de contaminantes del agua y su tratamiento en función de su uso, a partir de la investigación de su situación actual a nivel nacional e internacional, para su clasificación en el consumo humano, con responsabilidad social y compromiso con el entorno ambiental.	Contaminación del Agua. 1.- El docente explica el concepto de la contaminación del agua. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la situación actual del agua y sus formas de contaminación. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias. Analizar la situación actual del agua a nivel local, nacional y mundial, mediante la identificación de los contaminantes y diferentes tipos de aguas y sus tratamientos, para establecer conductas responsables en cuanto a su uso y conservación, con responsabilidad social y compromiso ambiental.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre la situación actual del agua, su contaminación y remediación.	1 hora
UNIDAD VI				
6	Contrastar los tipos de contaminantes del aire, a través de la identificación de sus fuentes de origen y efectos en la salud, para establecer medidas de remediación o atenuación, con responsabilidad social y actitud analítica.	Contaminación del aire. 1.- El docente explica el concepto de la contaminación del agua. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la situación actual del agua y sus formas de contaminación. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción,	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre contaminación del aire.	

		antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.		
UNIDAD VII				
7	Analizar los factores de riesgo de toxicología ambiental, estableciendo su relación con la normatividad vigente, para prevenir una intoxicación, con responsabilidad social y actitud reflexiva	Toxicología ambiental. 1.- El docente explica el concepto de la contaminación de toxicología ambiental. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre la normatividad vigente en toxicología ambiental y los factores de riesgo. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre toxicología ambiental.	1 hora
UNIDAD VIII				
8	Determinar los efectos de la contaminación ambiental en los distintos sistemas u órganos del cuerpo humano, mediante la identificación de las clases de exposición, para evaluar sus consecuencias particulares en la salud humana, con responsabilidad social y actitud analítica.	Efectos en la salud por la contaminación ambiental. 1.- El docente explica el concepto de la contaminación ambiental y sus efectos en la salud. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre los efectos en la salud por la contaminación ambiental. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre los efectos en la salud por la contaminación ambiental.	1 hora

UNIDAD IX				
9	Identificar las causas y las consecuencias del calentamiento global, mediante una reflexión sobre su impacto en el entorno y en las personas, para inducir conductas proactivas relacionadas al cuidado y protección del medioambiente, con responsabilidad social y compromiso.	Calentamiento climático y su impacto ambiental. 1.- El docente explica el concepto de calentamiento climático. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre los efectos del calentamiento climático y sus efectos en los ecosistemas y por ende en la salud humana. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre Calentamiento climático y su impacto ambiental.	1 hora
UNIDAD X				
10	Analizar casos de estudios epidemiológicos en salud ambiental, a partir de la revisión de artículos y videos sobre estudios epidemiológicos, para identificar las características de las metodologías utilizadas, con responsabilidad social.	Estudios epidemiológicos en salud ambiental. 1.- El docente explica el concepto de epidemiología. 2.- El alumno realiza una investigación documental sobre los estudios epidemiológicos aplicados a la salud ambiental. 3.- El alumno entrega al docente un reporte técnico o ensayo con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, resultados de la investigación, discusión, conclusiones y referencias.	Lecturas de capítulos de libros, artículos y videos sobre estudios epidemiológicos en salud ambiental.	1 hora

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
El docente funge como guía y facilitador del aprendizaje, trabaja con una metodología de resolución de problemas, recomienda previamente las lecturas, explica la aplicación de las fórmulas si las hubiera, y proporciona actividades para realizarse extra-clase que contribuyan a reafirmar el conocimiento de lo visto en clase. Revisa las tareas y realiza las observaciones pertinentes.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Durante la clase el estudiante discute y expone dudas o comentarios con base al material de lectura proporcionado previamente. Resuelve problemas de la Salud Ambiental y trabaja de manera individual o por pares. El estudiante entrega tareas durante el semestre que le serán devueltas con las observaciones pertinentes que permitan la retroalimentación y el avance en el aprendizaje de las unidades planteadas. Se promueve la participación, el análisis de resultados y toma de decisiones a los diferentes problemas planteados, con objetividad, sentido crítico y honestidad.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)..……..…50%
- Talleres……...15%
- Tareas ……..….....10%
- Evaluación permanente (participación en clases, responsabilidad, disciplina, respeto)……...5%
- Evidencia de desempeño.....20%
  (análisis de riesgo a la salud ambiental en un ambiente determinado)

Total……..…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Alva, R. Á., y Morales, P. K. (2017). *Salud pública y medicina preventiva*. México: Manual Moderno.

Dreisbach, R. H. y Robertson W. O. (1999). *Manual de toxicología clínica*: *prevención*, *diagnóstico y tratamiento* (6ª ed.). México: Manual Moderno. [clásica]

Joseph, L. (1999). *Medicina Laboral y Ambiental.* México: Manual Moderno. [clásica]

Complementarias

Centro de Estudios Ambientales. (Julio-Septiembre, 2002). *Salud ambiental, con un enfoque de desarrollo sustentable, 3*(3). México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Recuperado de http://respyn2.uanl.mx/iii/3/ensayos/salud_ambiental.html [clásica]

Enfermedades provocadas por el ambiente - de A a Z Publicación No. 96-4145 de los NIH Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos
Institutos Nacionales de la Salud Instituto Nacional de las Ciencias de Salud Ambiental. Recuperado de https://www.niehs.nih.gov/health/topics/atoz/enfermedades/index.cfm

Garza, V. y Cantú, P. (2002). *Salud ambiental, con un enfoque de desarrollo sustentable*. [clásica]

Hurtado, M. (2015). *La Salud Ambiental en México. Situación Actual y Perspectivas Futuras.* Dirección de Salud Ambiental Instituto Nacional de Salud Pública recuperado de: https://www.inegi.org.mx/eventos/2015/Poblacion/doc/p-MagaliHurtado.pdf

Instituto Nacional de Salud Pública. *Maestría en Ciencias de la Salud con área de Concentración en Salud Ambiental.* Escuela de Salud Pública de México. Recuperado de: https://www.insp.mx/noticias/239-salud-ambiental.html

Organización Mundial de la Salud. (S.f). *Salud ambiental*. Recuperado de

	http://www.who.int/topics/environmental_health/es/ Oxfam Intermón. *¿Sabes qué problemas ambientales son más frecuentes en la ciudad?* Recuperado de: https://blog.oxfamintermon.org/sabes-que-problemas-ambientales-son-mas-frecuentes-en-la-ciudad/ Riojas-Rodriguez, H., Schilmann, A., López-Carrillo, L. y Finkelman, J. (2013). *La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras.* Salud pública Méx [online]. vol.55, n.6, pp.638-649. ISSN 0036-3634. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013001000013 [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura deberá poseer título de Licenciatura, preferentemente posgrado en Bioingeniería o Salud Pública o Carrera afín a las Bioingenierías o ciencias de la salud y biológicas con conocimientos de Ingeniería Biomédica. Contar con experiencia frente a grupo de por lo menos un año y debe ser una persona responsable y proactiva en su labor docente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biocatálisis

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Disciplinaria

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Priscy Alfredo Luque Morales	
Rubén Cesar Villarreal Sánchez	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.

Fecha: 31 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito del curso es que el estudiante tenga un enfoque integrado e interdisciplinario para utilizar el potencial catalítico de las enzimas y las células enteras para modificar procesos industriales y tener una mayor sustentabilidad ambiental, así como, el utilizar enzimas en los procesos industriales para la producción de compuestos químicos, productos farmacéuticos y otros metabolitos de importancia comercial.

La unidad de aprendizaje de Biocatálisis se encuentra dentro de la etapa disciplinaria, con carácter optativo, pertenece al programa educativo de Bioingeniero y contribuye al área de conocimiento de Ciencias de la Ingeniería.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar las bases de la biocatálisis, mediante la aplicación de los principios generales de las reacciones enzimáticas y su utilidad, para la síntesis y producción de metabolitos de importancia biotecnológica, con una actitud innovadora y responsabilidad social.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

1. Proyecto de aplicación industrial que incluya: marco teórico, antecedentes, hipótesis, objetivos, metodología, análisis de costos, resultados y referencias bibliográficas; se deben de distinguir los conceptos revisados en todo el curso.
2. Bitácora de reportes de prácticas que cumpla con los siguientes criterios: marco teórico, metodología experimental, resultados, discusión de resultados, conclusiones, recomendaciones y referencias.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Propiedades y clasificación de enzimas

Competencia:
Determinar las características de un biocatalizador, para su aplicación en un proceso biotecnológico, mediante el análisis de su estructura y propiedades, con una actitud analítica y propositiva.

Contenido: **Duración:** 3 horas

1.1. Propiedades y características generales de las enzimas
1.2. Conceptos: cofactor, grupo prostético, coenzima, isoenzimas
1.3. Nomenclatura y clasificación de las enzimas

UNIDAD II. Introducción a la cinética

Competencia:
Aplicar los principios de la cinética química a las reacciones catalizadas por enzimas, para la comprensión de los parámetros implicados en este tipo de cinética, mediante la resolución de ejercicios teóricos y prácticos de manera sistemática con orden y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 7 horas

2.1. Velocidad de reacción y ecuaciones de velocidad
2.2. Mecanismos de reacción
2.3. Estado estacionario
2.4. Pre-equilibrio
2.5. Dependencia a la temperatura
    2.5.1. Equilibrio químico y temperatura
    2.5.2. Parámetros de Arrhenius
    2.5.3. Teoría del estado de transición
2.6. Reacciones en solución

UNIDAD III. Mecanismos de catálisis enzimática y modelos de enzimas

Competencia:
Aplicar el concepto de biocatalizador, mediante la elaboración de modelos atómicos y computacionales, para identificar los diferentes mecanismos de reacción y regulación enzimática, con una actitud innovadora y colaborativa.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1. Interacciones enzima-sustrato
3.2. Enzimas y otros catalizadores: el efecto de entropía
3.3. Mecanismos simples
    3.3.1. Catálisis ácido-base
    3.3.2. Catálisis covalente
    3.3.3. Catálisis ion metálico
3.4. Metaloenzimas de importancia biotecnológica
3.5. Inhibición enzimática
3.6. Regulación enzimática

UNIDAD IV. Técnicas de purificación e inmovilización de enzimas

Competencia:
Identificar métodos moleculares y de análisis químico, para la purificación e inmovilización de enzimas, mediante el análisis de las técnicas y casos representativos, con la finalidad de proponer metodologías para la producción de biocatalizadores de importancia biotecnológica, con responsabilidad social, con actitud reflexiva y analítica.

Contenido: **Duración:** 8 horas

4.1. Selección de la fuente
4.2. Detección de la proteína de interés: técnicas moleculares, ensayos enzimáticos
4.3. Cromatografía
    4.3.1. Fundamentos
    4.3.2. Tipos de cromatografía
4.4. Técnicas de inmovilización

UNIDAD V. Aplicaciones industriales

Competencia:
Determinar el potencial de los biocatalizadores en la industria, para su implementación en procesos biotecnológicos, mediante el análisis de casos específicos con una actitud propositiva y de respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1. Uso de las enzimas en la industria
- 5.1.1. Industria alimenticia
- 5.1.2. Industria textil
- 5.1.3. Industria farmacéutica

5.2. Biotecnología blanca

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Identificar biocatalizadores de aplicación industrial, para la producción de compuestos químicos, productos farmacéuticos y otros metabolitos de importancia comercial, mediante la búsqueda bibliográfica de los biocatalizadores más utilizados, con una actitud critica y objetiva.	Busca en bibliografía los biocatalizadores más utilizados (por lo menos cinco), clasifica en función de su uso y aplicación, identifica la fuente de producción y el costo de esta producción. Entrega una ficha técnica de cada biocatalizador que contenga la información recabada.	Base de datos, computadora, internet.	3 horas
2	Analizar la importancia de los cofactores, grupos prostéticos y coenzimas para el funcionamiento de las enzimas, mediante la esquematización de la estructura y sus características químicas, con una actitud analítica y colaborativa.	Busca en bibliografía las características de cofactores, grupos prostéticos y coenzimas, esquematiza su estructura y señala en ésta la parte funcional para la catálisis enzimática. Elabora y entrega esquema de la estructura de cofactores, grupos prostéticos y coenzimas.	Base de datos, libros, cuaderno.	2 horas
UNIDAD II				
3	Analizar los mecanismos de reacción de las enzimas, mediante el establecimiento de las diferencias entre estos, para identificar los mecanismos específicos de cada biocatalizador, con una actitud propositiva y colaboración en equipo.	Busca los mecanismos de reacción de las enzimas, realiza un cuadro comparativo y concluye que es lo que caracteriza a cada mecanismo de reacción.	Base de datos, libros, computadora, internet.	2 horas
UNIDAD III				

4	Definir las técnicas de inmovilización adecuadas para las enzimas, mediante el análisis de las técnicas de inmovilización, para establecer la pertinencia de la inmovilización en una reacción catalizada enzimáticamente, con una perspectiva hacia la innovación y con respeto al medio ambiente.	Busca y analiza las diferentes técnicas de inmovilización, elabora un cuadro comparativo con esta información y concluye que método de inmovilización es el más apropiado. El facilitador propone una enzima y el alumno discute que método de inmovilización será el más adecuado.	Base de datos, libros, computadora, internet.	3 horas
UNIDAD IV				
5	Categorizar las enzimas que pueden ser utilizadas en la industria, mediante la comparación de los bioprocesos y los biocatalizadores que utilizan, para establecer las necesidades de uso de biocatalizadores en la industria, con una actitud emprendedora, objetiva y respeto al medio ambiente.	Elabora un mapa conceptual en donde se incluyan las enzimas y el tipo de industria en donde se utilizan, incluye una conclusión sobre el uso de las enzimas en la industria.	Base de datos, reportes técnicos, patentes, computadora, internet.	3 horas
6	Determinar las industrias regionales o nacionales en donde se pueden utilizar enzimas como parte del proceso industrial, para proponer un biocatalizador que pueda ser utilizado, mediante el análisis de los procesos industriales, con un enfoque innovador y responsabilidad social.	Elabora un reporte en donde se incluyan las empresas y los procesos o productos que generen. Discute que biocatalizador sería adecuado y ¿por qué?	Base de datos, reportes técnicos, patentes, computadora, internet.	3 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Obtener un homogenado de tejido vegetal o animal, para la determinación de proteínas, mediante un método espectrofotométrico, con actitud proactiva y en colaboración con sus compañeros.	Obtiene un homogenado a partir de tejido vegetal o animal, determinar la concentración de proteínas mediante un método espectrofotométrico. Elaborar un reporte.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), espectrofotómetro, homogeneizador, reactivos para determinar concentración de proteínas (Biuret, Lowyry, Bradford)	2 horas
2	Establecer la importancia de las coenzimas, para la función catalítica de las enzimas, mediante la determinación de la actividad enzimática de un biocatalizador que requiera coenzimas, con una actitud critica y objetiva en colaboración con su equipo de trabajo.	Determina la actividad catalítica de un biocatalizador que requiere una coenzima para funcionar. Realiza el ensayo con la coenzima y sin la coenzima, discute sobre sus resultados y concluye sobre la importancia de las coenzimas. Elabora un reporte.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), espectrofotómetro, biocatalizador, coenzima, soluciones amortiguadoras.	3 horas
UNIDAD II				
3	Identificar el tipo de inhibidor, mediante un ensayo enzimático, para establecer el efecto sobre la actividad de un biocatalizador, con una actitud proactiva y de respeto al medio ambiente.	Determina la actividad catalítica de un biocatalizador en presencia y en ausencia de una molécula determinada por el facilitador y determina que tipo de inhibidor es. Elabora un reporte.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), espectrofotómetro, biocatalizador, inhibidor, soluciones amortiguadoras.	3 horas
4	Determinar la actividad enzimática de un biocatalizador semipurificado, a partir de una tejido animal o animal, para identificar la presencia de un biocatalizador específico,	Semipurifica un biocatalizador establecido por el facilitador utilizando técnicas de separación y aislamiento (centrifugación, precipitación, cromatografía). Determina la actividad enzimática	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), espectrofotómetro, homogeneizador, centrifuga, columnas de separación	20 horas

	mediante los fundamentos teóricos y prácticos de la cinética enzimática, con una actitud innovadora y proactiva.	del biocatalizador con un ensayo colorimétrico.	(opcional), soluciones amortiguadoras.	
UNIDAD III				
5	Establecer la eficiencia de la inmovilización de un biocatalizador, mediante la micro encapsulación de éste en una matriz porosa, para evaluar si la técnica de inmovilización es eficiente, con una actitud critica y de respeto al medio ambiente.	Encapsula un biocatalizador en una matriz porosa y mediante ensayos colorimétricos determina si el biocatalizador esta inmovilizado. Elabora un reporte con sus resultados.	Material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas), espectrofotómetro, polímero (alginato, opcional), biocatalizador.	4 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Técnica expositiva, promover trabajo colaborativo y la integración grupal, manejo de apoyo gráfico y visual al exponer sus clases, favorecer el aprendizaje autónomo, a través del aprendizaje basado en problemas, estudios de caso y prácticas de laboratorio.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Investigación extraclase, exposiciones, proyecto integrador, elaboración de esquemas y organizadores lógicos así como bitácora.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación
Los porcentajes que se presentan a continuación son con base a la calificación final.

- Evaluaciones parciales (3)……35%
- Evidencia de desempeño 1……..…….…….... 25%
(Proyecto de aplicación industrial)
- Evidencia de desempeño 2……...40%
(Bitácora)

Total…100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Grunwald, P. (2016). *Biocatalysis: biochemical fundamentals and applications.* Estados Unidos: Imperial College Press.

Lambruschini, C., Basso, A., y Banfi, L. (2018). Integrating biocatalysis and multicomponent reactions. *Drug Discovery Today: Technologies*. https://doi.org/10.1016/j.ddtec.2018.06.004

Nelson, D. L., Cox, M. M., y Lehninger, A. L. (2017). *Lehninger principles of biochemistry*.

Pellis, A., Cantone, S., Ebert, C., y Gardossi, L. (2018). Evolving biocatalysis to meet bioeconomy challenges and opportunities. *New Biotechnology*, *40*, 154–169. https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.07.005

Complementarias

Coelho, M. A. Z., Ribeiro, B. D. (2016). *White biotechnology for sustainable chemistry*. Reino Unido: Cambridge.

Kumar, C. V. (2016). *Rational design of enzyme-nanomaterials*., Amsterdam, Alemania: Elsevier Academic Press.

Turner, N. J., y Kumar, R. (2018). Editorial overview: Biocatalysis and biotransformation: The golden age of biocatalysis. *Current Opinion in Chemical Biology*, *43*, A1–A3. https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2018.02.012

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con Licenciatura en Ciencias Naturales y Exactas, o áreas afines con experiencia en docencia a nivel Licenciatura en el área de Bioquímica.
Además debe ser una persona responsable, propiciar la participación activa de los estudiantes, ser tolerante.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. Programa Educativo: Bioingeniero

3. Plan de Estudios:

4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje: Diseño y Escalamiento de Procesos Biotecnológicos

5. Clave:

6. HC: 02 **HL:** 00 **HT:** 03 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. Etapa de Formación a la que Pertenece: Terminal

8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje: Optativa

9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje: Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**	**Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)**	**Firma**
César Gonzalo Iñiguez Monroy		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Tatiana Nenetzen Olivares Bañuelos		Humberto Cervantes De Ávila	
Rubén César Villarreal Sánchez		María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 21 de enero de 2019

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de este curso es el de aplicar las ecuaciones relacionadas con los balances de materia y energía, la potencia de un reactor y el esfuerzo al que están sometidas las células en el mismo, la cinética de las reacciones biológicas, el diseño de biorreactores y las relaciones de escalamiento necesarias para diseñar reactores industriales basados en reacciones en el laboratorio y viceversa; coadyuvando al cumplimiento de los requerimientos imprescindibles para incursionar de manera competente en el campo laboral donde se requiera el diseño, operación y/o optimización de éste tipo de procesos. El curso de Diseño y Escalamiento de Procesos Biotecnológicos está ubicado en la etapa terminal del programa de bioingeniero y es de carácter optativo. Contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar reactores biotecnológicos, mediante las ecuaciones relacionadas con los balances de materia y energía, la potencia de un reactor y el esfuerzo al que están sometidas las células en el mismo, para obtener productos, para llevar a cabo el escalamiento en proyectos de producción bioindustrial, con actitud emprendedora, colaborativa, con atención a las reglas de seguridad e higiene y cuidando el medio ambiente.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrollo de un programa simulador de alguno de los aspectos del diseño de reactores biológicos y su escalamiento, el cual debe integrar los siguientes elementos: archivo ejecutable, instructivo, presentación en PowerPoint con el diagrama de flujo y ecuaciones para el diseño del biorreactor.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Aplicación de Balances de Materia y Energía a Procesos Biotecnológicos

Competencia:
Analizar balances de materia y energía, mediante las ecuaciones de balance generalizadas, la estequiometria de crecimiento y formación de producto, para diseñar procesos biotecnológicos eficientes y amigables con el medio ambiente; con actitud ordenada y responsable.

Contenido: **Duración:** 5 horas

1.1 Conservación de materia. Balance general y simplificaciones
1.2 Tipos de balances
1.3 Estequiometria de crecimiento y formación de producto
1.4 Conceptos básicos de energía
1.5 Balance general de energía
1.6 Balance de energía para un cultivo celular
1.7 Balances de materia y energía en estado no estacionario.

UNIDAD II. Influencia de la viscosidad en los procesos biotecnológicos

Competencia:

Analizar el comportamiento de la viscosidad de un caldo de fermentación, a través de ecuaciones de tiempo de mezclado, potencia de mezclado, esfuerzo de corte y daño celular, para el diseño de un proceso de mezclado, con responsabilidad al medio ambiente, creatividad y trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 7 horas

2.1 Reología de cultivos
2.2 Numero de Reynolds en biorreactores cilíndricos
2.3 Modelos de viscosidad en cultivos
2.4 Factores que afectan la viscosidad de un caldo de fermentación
2.5 Factores que afectan la potencia de mezclado
2.6 Ecuaciones para determinar el tiempo y la potencia de mezclado
2.7 Efecto del corte y escala de Kolmogorov
2.8 Mezclado con burbujas

UNIDAD III. Reacciones Homogéneas

Competencia:

Analizar el comportamiento de la velocidad de reacciones enzimáticas y celulares, mediante la aplicación de los modelos cinéticos apropiados al caso, para el diseño de procesos de producción y esterilización, con actitud colaborativa, reflexiva y metódica.

Contenido: **Duración:** 7 horas

3.1 Constante de equilibrio de reacción
3.2 Cinética de Reacción
3.3 Efecto de la temperatura
3.4 Calculo grafico de la velocidad de reacción
3.5 Cinética de orden cero
3.6 Cinética de primer orden
3.7 Cinética Michaelis-Menten
3.8 Determinación de las constantes cinéticas enzimáticas
3.9 Cinética de desactivación enzimática
3.10 Uso de enzimas en la industria
3.11 Ventajas y desventajas de la inmovilización de enzimas
3.12 Métodos principales de la inmovilización de enzimas.
3.13 Cinética de generación de células con y sin generación de producto
3.14 Cinética de muerte celular
3.15 Esterilización

UNIDAD IV. Ingeniería de los Reactores

Competencia:
Analizar el tipo de régimen, tipo de geometría y la velocidad de la reacción de un reactor, mediante las ecuaciones correspondientes al caso, para el diseño u optimización del reactor biotecnológico, pensamiento crítico, creativo y con respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 7 horas

4.1 Operación discontinua de un reactor de mezcla perfecta**.**
4.2 Reacción enzimática en régimen discontinuo.
4.3 Cultivo celular en régimen discontinuo.
4.4 Operación semicontinua.
4.5 Cultivo celular en régimen semicontinuo.
4.6 Régimen continuo
4.7 Configuraciones de reactor en régimen continuo
4.8 Reacción enzimática en continuo
4.9 Cultivo celular en continuo
4.10 Reactor continuo de flujo pistón.
4.11 Calculo de parámetros cinéticos en un quimiostato
4.12 Clasificación y tipo de biorreactores.
4.13 Monitoreo de bioprocesos.

UNIDAD V. Optimización y Escalamiento de Bioprocesos

Competencia:

Aplicar los criterios de escalamiento ascendente, descendente y transferencia de oxígeno, mediante ecuaciones de acuerdo al caso y estrategias de bioseparación, para la optimización, escalamiento y/o purificación de productos, con pensamiento crítico, creativo y con respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1 Demanda y transferencia de oxígeno
5.2 Determinación de los coeficientes de transferencia de oxígeno.
5.3 Escalamiento ascendente
5.4 Escalamiento descendente
5.5 Estrategias de bioseparación
    5.5.1 Separación de células y fluido extracelular
    5.5.2 Ruptura celular y separación de extracto celular.
    5.5.3 Operaciones de recuperación, aislamiento y purificación.
5.6 Costos de operación

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD I				
1	Aplicar las diferentes unidades de concentración físicas y químicas, así como los diagramas de flujo, mediante el uso de la ecuación general de balance de masa en estado estacionario y no estacionario, para la solución de balances de masa de procesos biotecnológicos, de manera lógica, organizada y objetiva.	El docente explica el tema de balances de masa a través de la solución de un ejercicio en el pizarrón. Proporciona un ejercicio al grupo. El estudiante resuelve un ejercicio elaborando un diagrama de flujo que muestre las entradas y las salidas de materia en un proceso; especificando las cantidades, flujos y/o concentraciones de los componentes involucrados.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo y proyector de diapositivas.	1 horas
2		El docente explica el tema de la conservación de la materia en los procesos y su relación con las unidades de aprendizaje concentración y las reacciones biológicas a través de la solución de ejercicios en el pizarrón. Proporciona ejercicios al grupo: El estudiante resuelve un ejercicio aplicando el principio de conservación de la materia en un proceso biotecnológico y calculando las cantidades de cada uno de los componentes de cada entrada y salida tomando en cuenta las fórmulas para el cálculo de la concentración en unidades	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas

		físicas y químicas.		
3		El estudiante resuelve un ejercicio aplicando el principio de conservación de la materia en una reacción biológica.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas
4		Elabora diagramas de flujo que identifique el flujo volumétrico, flujo másico y concentración de un proceso no estacionario.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	1 horas
5		Soluciona ejercicios de balance de masa en estado no estacionario, que incluyan el fenómeno de dilución de una solución en un reactor.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas
6		Soluciona ejercicios de balance de masa en estado no estacionario, que incluyan una reacción química.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas
7	Comparar los conceptos calor sensible y de cambio de fase, para entender las características de transferencia de calor de los procesos biotecnológicos, mediante la aplicación de las fórmulas correspondientes, de forma proactiva y tolerante al trabajo en equipo.	El docente explica el tema de calor sensible y calor latente o de cambio de fase, a través de la solución de un ejercicio en el pizarrón. Proporciona un ejercicio al grupo. El estudiante resuelve un ejercicio aplicando las fórmulas para el cálculo del calor sensible y de cambio de fase, y con datos de capacidades caloríficas y entalpías de cambio de fase tomados de tablas.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	1 horas
8	Aplicar las diferentes unidades de concentración físicas y químicas,	El docente explica el tema de balances de energía, a través de la solución de un ejercicio en el pizarrón. Proporciona ejercicios al grupo:	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas

	así como los diagramas de flujo, mediante el uso de la ecuación general de balance de energía en estado estacionario y no estacionario, para la solución de balances de energía de procesos biotecnológicos, de manera lógica, organizada y objetiva.	El estudiante resuelve un ejercicio de balance de energía en estado estacionario, que involucren el cálculo de la energía necesaria para el calentamiento de un medio de cultivo.		
9		Soluciona ejercicios de balance de energía en estado estacionario, que involucren el cálculo de la energía necesaria para el enfriamiento de un caldo de fermentación.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas
10		Soluciona ejercicios de balance de energía en estado estacionario, que incluyan el calor generado por reacciones de fermentación.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas
11		Soluciona ejercicios de balance de energía en estado no estacionario.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora y proyector de diapositivas.	2 horas
UNIDAD II				
12	Aplicar las ecuaciones de tiempo de mezclado, potencia y daño celular, por medio del análisis de la relación entre la viscosidad y la	El docente explica el tema de movimiento de fluidos en un reactor, a través de la solución de un ejercicio en el pizarrón. Proporciona ejercicios al grupo: El estudiante soluciona un ejercicio para el cálculo de tiempo de mezcla en un reactor, con ecuación de tiempo de mezclado.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos de mezclado.	1 horas
13		Elabora una tabla comparativa de los tipos de ecuaciones que deben ser utilizadas para el cálculo de la potencia de mezclado de un	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos de mezclado.	1 horas

	velocidad de mezclado, para obtener la potencia de mezclado y daño celular, con pensamiento analítico y orden.	reactor, de acuerdo al régimen de flujo y la geometría del rodete.		
14		Soluciona un ejercicio para el cálculo de la potencia de mezclado aplicando la formula según el régimen del flujo.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos de mezclado.	2 horas
15		Soluciona un ejercicio para el cálculo de la velocidad máxima de mezclado, para evitar daño celular debido al esfuerzo de corte, con la escala Kolmogorov.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos de mezclado.	2 horas
UNIDAD III				
16	Calcular el equilibrio para una reacción enzimática, por medio de las ecuaciones de equilibrio termodinámico, con el fin de interpretar la reacción enzimática en función de la temperatura, con actitud ordenada y responsable.	El docente explica el tema de equilibrio termodinámico mediante la solución de un ejemplo. Proporciona ejemplo. El estudiante calcula e interpreta la constante de equilibrio para una reacción enzimática, en función de la temperatura de reacción, con la ecuación de equilibrio termodinámico.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos enzimáticos.	1 horas
17		El docente explica el tema de equilibrio velocidad de reacción mediante la solución de un ejemplo. Proporciona ejemplos: El estudiante calcula e interpreta los valores del orden de reacción y la constante de velocidad, a partir de datos de tiempo vs concentración; para un proceso celular de orden cero.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos enzimáticos.	1 horas
18		Calcula e interpreta los valores del orden de reacción y la constante	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador	1 horas

	Determinar la relación entre velocidad de reacción, concentración de substrato y tiempo, mediante los modelos cinéticos adecuados, para modelar un proceso celular o enzimático, con orden, responsable con el medio ambiente y analítico.	de velocidad, a partir de datos de tiempo vs concentración; para un proceso celular de primer orden.	de procesos enzimáticos.	
19		Calcula e interpreta los valores de la velocidad máxima y la constante de Michaelis, a partir de datos de velocidad inicial vs concentración; para un proceso enzimático que sigue el modelo de Michaelis.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos enzimáticos.	2 horas
20		Soluciona los ejercicios que involucren la cinética de desactivación enzimática y el cálculo de la vida media de una enzima, a partir de datos de velocidad inicial y/o actividad enzimática en función del tiempo.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos enzimáticos.	2 horas
21		Calcula e interpreta los valores de la velocidad específica de crecimiento y el tiempo de duplicación para un cultivo celular, a partir de datos de concentración de células en función del tiempo.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos enzimáticos.	1 horas
22		Calcula e interpreta los valores de energía de activación, constante específica y tiempo; para un proceso de muerte celular por esterilización térmica, mediante la ecuación de muerte celular.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de procesos enzimáticos.	2 horas
UNIDAD IV				
23	Obtener el comportamiento de la concentración de substrato en función del tiempo en un reactor, mediante las ecuaciones de diseño de reactores de acuerdo a la geometría y el régimen de reacción, para el modelado de	El docente explica el tema de diseño de reactores mediante la solución de un ejemplo. Proporciona ejemplos: El estudiante aplica las ecuaciones para el cálculo del	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, proyector de diapositivas.	3 horas

	reactores biológicos, con actitud ordenada y responsable.	tiempo de cultivo requerido en la producción de una cantidad específica de biomasa y producto; así como alcanzar una conversión de sustrato específica, en un proceso de fermentación.		
24		Aplica las ecuaciones de cinética enzimática y celular, así como los conceptos de costo de operación, costo de recuperación y precio de mercado; para el cálculo del flujo de efectivo en función del porcentaje de conversión de sustrato.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, proyector de diapositivas.	3 horas
UNIDAD V				
25	Determinar el cambio en las características entre reactores de laboratorio e industriales, mediante la aplicación de los criterios de escalamiento ascendente y descendente, para diseñar u optimizar reactores, con pensamiento analítico, creatividad y orden.	El docente explica el tema de escalamiento de reactores mediante la solución de ejemplos. Proporciona ejemplos: El estudiante aplica las ecuaciones de transferencia de masa para calcular la capacidad de absorción de oxígeno de un medio de cultivo, y de la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos en una fermentación.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, proyector de diapositivas.	2 horas
26		Aplica los principios de escalamiento de reactores para calcular el cambio en la entrada de energía, la velocidad de rotación, el diámetro del agitador, la velocidad de bombeo, la velocidad en la punta del agitador y el número de Reynolds; cuando se presenta un cambio de escala.	Pizarrón, marcadores, cuaderno de trabajo, calculadora, simulador de escalamiento.	5 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El docente deberá entregar contra firma de recibido, la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Desarrollar estrategias didácticas para favorecer la integración y participación del alumno al curso.
Presentación, resolución y explicación de casos de estudio de cada unidad.
Utilizar diversos recursos audiovisuales (videos, simulaciones, presentación de diapositivas) para optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje.
Fomentar la participación activa del alumno mediante trabajo en equipo, mediante la solución en equipo de casos de estudio y diagramas de flujo, que le permitan simular un proceso.
Favorecer el aprendizaje por comprensión, basado en un proceso reflexivo y de retroalimentación.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Investigación extra clase.
Solución de casos de estudio (grupales e individuales).
Participación activa en la elaboración en equipo de un diagrama de flujo aplicado a la solución de un caso de estudio.
Creación de un simulador para un proceso biotecnológico específico.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Los porcentajes que se presentan a continuación son con base a la calificación final.

- Evaluaciones parciales (3)……..40%
- Tareas, análisis y cuestionarios……..……...30%
- Evidencia de desempeño……..…...…….……..30%

  Desarrollo de un programa simulador de alguno de los aspectos del diseño de reactores biológicos y su escalamiento, el cual debe integrar los siguientes elementos: archivo ejecutable, instructivo, presentación en PowerPoint con el diagrama de flujo y ecuaciones para el diseño del biorreactor.
  (el docente revisa que el ejecutable sea funcional)

Total…….……...100%

1) Colección de ejercicios resueltos divididos por unidad.
2) Colección de análisis y cuestionarios resueltos relacionados con artículos científicos actuales, relacionados con el diseño de reactores biológicos y su escalamiento.

IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Doran, P. (2013). *Bioprocess Engineering Principles* (2ª ed.). United Kingdom: Elsevier Science & Technology Books. [clásica]	Eibl, R. (2009). *Cell and tissue reaction engineering. Principles and practice series.* New York, Estados Unidos: Springer. [clásica]
Fogler H.S (2016*). Elements of Chemical Reaction Engineering* (5ª ed.). New Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall.	Kragl, U. and Aivasidis, A. (2005). *Technology transfer in biotechnology from lab to industry to production.* Berlín, Alemania: Springer. [clásica]
Liu, S. (2017). *Bioprocess Engineering: Kinetics, Biosystems, Sustainability, and Reactor Design* (2ª ed.). Cambridge, Reino Unido: Elsevier.	Scheper, T. (2013). *Measurement, Monitoring, Modelling and Control of Bioprocess. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology.* Berlin, Alemania: Springer-Verlag. 132. [clásica]
Shuler, M. and Kargi, F. (2012). *Bioprocess Engineering Basic Concepts* (2ª ed.). New York, Estados Unidos: Pearson Education. [clásica]	

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer Licenciatura en Ingeniería biotecnológica, química, bioquímica o áreas afines, con experiencia en procesos biotecnológicos y en docencia a nivel Licenciatura. Además, debe ser una persona responsable, capaz de propiciar la participación activa de los estudiantes, ser tolerante con los estudiantes, ser capaz de incorporar a la comunidad universitaria en actividades tendientes a mejorar la calidad de vida de la sociedad y el medio ambiente, con apego al código de ética universitario.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biorremediación

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 01 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma	Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Jaime Alonso Reyes López.		Alejandro Mungaray Moctezuma	
Fernando Amílcar Solís Domínguez		Humberto Cervantes de Ávila	
Concepción Carreón Diazconti	C. Carreón D.	María Cristina Castañón Bautista	M. Cristina Castañón B.
Aseneth Herrera Martínez	Herrera M.		
Socorro Romero Hernández			

Fecha: 31 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La finalidad de la unidad de aprendizaje Biorremediación es que el estudiante analice los mecanismos de las capacidades degradativas de los organismos para remediar sitios contaminados, por medio de la aplicación los conocimientos básicos de la física, química y biológica del medio ambiente, con respeto a la naturaleza y responsabilidad social. Reforzará el conocimiento de las unidades de aprendizaje de la etapa básica como Química Orgánica, Química General, Microbiología y Metodología de la Investigación; de la etapa disciplinaria como Legislación Ambiental e Industrial y Formulación y Evaluación de Proyectos; y de la etapa terminal como Biotecnología Ambiental y Procesos Biotecnológicos, que fortalecerá su desempeño profesional en Bioingeniería. Esta unidad de aprendizaje de carácter optativo, se encuentra ubicada en la etapa terminal correspondiente al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los fundamentos de las capacidades degradativas de los organismos, a través de la aplicación de métodos físicos, químicos, biológicos y normatividad vigente en la legislación ambiental, para la elaboración de una propuesta de remediación de sitios contaminados, con responsabilidad, creatividad y disposición para el trabajo colaborativo.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Desarrollo de un proyecto sobre biorremediación de sitios contaminados por contaminantes orgánicos e inorgánicos que incluya portada, introducción, objetivo, marco teórico, desarrollo experimental, resultados y discusión, conclusiones y fuentes de consulta. Al menos 2 exámenes parciales, tareas.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Biodegradación y biorremediación

Competencia:
Aplicar los principios generales de la biodegradación para identificar las diferencias básicas entre tipos de tratamientos y proponer las tecnologías más adecuada para cada problema de contaminación, a través del empleo aspectos microbiológicos, químicos, ambientales, ingenieriles y tecnológicos, con actitud crítica, reflexiva y responsable.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1. Biodegradación y biorremediación: Conceptos y definiciones
1.2. Remediación como tecnología de tratamiento.
  1.2.1. Tipos de tratamiento.
  1.2.2. Estrategias de remediación.
1.3. Biorremediación (tecnologías de remediación biológicas)
  1.3.1. Tecnologías in situ
  1.3.2. Tecnologías ex situ
1.4 El sitio contaminado
  1.4.1 Caracterización física, química y biológica del sitio
  1.4.2 Determinación de las condiciones para la aplicación de las tecnologías biológicas de remediación

UNIDAD II. Principios de biorremediación

Competencia:
Distinguir los procesos y factores fundamentales de la biorremediación, a través del análisis de aspectos microbiológicos, químicos, ambientales, e ingenieriles, para proponer alternativas en la resolución de problemas ambientales, con actitud crítica, ordenada y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

2.1. Proceso de Biorremediación
- 2.1.1. Factores importantes a considerar
- 2.1.2. Ventajas y desventajas de la Biorremediación
- 2.1.3. Evidencias del funcionamiento del proceso de Biorremediación
- 2.1.4. Terminología

2.2. Ecología microbiana
- 2.2.1. Diversidad microbiana
- 2.2.2. Bioaumentación (biomagnificación), bioestimulación
- 2.2.3. Competencia por el uso de los recursos
- 2.2.4. Co-metabolismo
- 2.2.5. Comunidades microbianas

2.3. Factores que afectan la biodegradabilidad
- 2.3.1. Compuestos naturales vs. sintéticos
- 2.3.2. Mezclas de contaminantes
- 2.3.3. Indicadores generales
- 2.3.4. Factores geológicos
- 2.3.5. Secciones de una propuesta de remediación

2.4. Normatividad Mexicana. Remediación de sitios contaminados

UNIDAD III. Microorganismos degradadores de contaminantes

Competencia:
Analizar la interacción microbiana en los procesos de degradación, a través de técnicas y procedimientos microbiológicos, para dar alternativas de degradación de contaminantes, con actitud crítica, ordenada y responsable.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1 Actividades microbianas en el proceso de biorremediación.
- 3.1.1. Fundamento bioquímico. Reacciones de degradación.
- 3.1.2. Dinámica de la población microbiana
- 3.1.3. Biotransformación

3.2 Caracterización de los contaminantes químicos.
- 3.2.1. Contaminantes orgánicos (petróleo y sus derivados incluyendo solventes).
- 3.2.2. Pesticidas
- 3.2.3. Contaminantes inorgánicos

3.3. Organismos degradadores de contaminantes
- 3.3.1. Contaminantes orgánicos (petróleo y sus derivados incluyendo solventes).
- 3.3.2. Pesticidas
- 3.3.3. Biodegradación aeróbia
- 3.3.4. Biodegradación anaeróbia

3.4 Contaminantes inorgánicos (metales pesados)

UNIDAD IV. Fitorremediación

Competencia:
Analizar la eficiencia de las plantas en la biorremediación de sitios contaminados, mediante la investigación y consulta de documentos especializados, para seleccionar el proceso de fitorremediación adecuado, con actitud crítica, y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 4 horas

3.1 Principio de la descontaminación.
3.2 Distintas formas de fitorremediación.
3.3 Tópicos selectos de fitorremediación

UNIDAD V. Tratamiento biológico de metales y radionúclidos

Competencia:
Analizar los mecanismos mediante los cuales los microorganismos transforman a los metales pesados y a los radionúclidos a una forma estable o removible, a través del estudio de procesos físicos, químicos y biológicos, para proponer tratamientos biológicos a problemas de contaminación, con actitud crítica y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1 Interacción de microorganismos con metales.
- 3.1.1 Biotransformación
- 3.1.2 Bioadsorción
- 3.1.3 Biolixiviación
- 3.1.4 Biomineralización
- 3.1.5 Acumulación intracelular
- 3.1.6 Reacciones REDOX

3.2 Tópicos selectos sobre tratamiento de metales y radionúclidos

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar proyectos de biorremediación, mediante una investigación de campo y documental, para entender los procedimientos metodológicos y las problemáticas abordadas, con una actitud analítica y ordenada.	Se exponen y discuten los proyectos seleccionados en el ejercicio investigativo. Se elabora reporte de análisis de los proyectos que contenga: introducción, materiales y métodos, resultados obtenidos, conclusiones y referencias consultadas.	Artículos científicos, libros, base de datos, proyector, computadora.	3 horas
UNIDAD II				
2	Distinguir los principales factores ambientales en un proceso de atenuación natural, mediante la elaboración de una síntesis de la presentación de un experto, para relacionar el conocimiento teórico con el práctico, de manera colaborativa e investigativa.	Elaboración de una síntesis de la presentación de un experto en atenuación natural, en la que resalte el objetivo del estudio expuesto, los materiales y métodos utilizados y los principales resultados obtenidos. En esta práctica se explora la capacidad para identificar los procesos de atenuación natural en un proyecto de remediación de un sitio contaminado. El procedimiento es escuchar y tener la capacidad de atención, de retención y de síntesis para presentar los resultados	Material proporcionado por el expositor. Lecturas adicionales sugeridas por el docente. Proyector, computadora.	3 horas

		principales.		
UNIDAD III				
3	Discutir los mecanismos microbianos de degradación de contaminantes, mediante la realización de una mesa redonda, para comprender la importancia de las enzimas en la transformación de los contaminantes, de manera colaborativa y actitud proactiva.	Se analizará un artículo científico o material afín a partir del cual se realizará una mesa redonda para discutir los mecanismos utilizados por los microorganismos para la degradación de contaminantes. Se realizará un reporte de la lectura y de la mesa redonda que incluya un resumen, ideas principales y conclusiones.	Artículo científico, computadora	3 horas
UNIDAD IV				
4	Distinguir especies vegetales utilizadas en la fitorremediación, mediante la elaboración de un cuadro comparativo, para comprender sus cualidades adaptativas a diferentes climas y contaminantes, con actitud colaborativa y analítica.	Se realizará un cuadro comparativo grupal de texto e imágenes de las especies vegetales utilizadas en fitorremediación, que incluya por lo menos el clima y contaminantes en donde han sido utilizadas.	Pintarrón, plumones, computadora, proyector e imágenes de las especies vegetales.	3 horas
UNIDAD V				
5	Exponer un proyecto de biorremediación, mediante la revisión de literatura especializada, para desarrollar las habilidades en la estructuración de proyectos de investigación en bioingeniería, con una actitud colaborativa y crítica.	Presentación oral de la revisión bibliográfica de un proyecto de biorremediación. La exposición contendrá: Introducción (objetivo, planteamiento del problema, justificación, antecedentes), marco teórico, materiales y métodos, resultados y discusión,	Lecturas y artículos científicos. Proyector, computadora.	4 horas

		conclusiones y literatura consultada. Se establecerá un problema a resolver, los propósitos y alcances del estudio, las técnicas de estudio, los microorganismos o biorremediador utilizado, la aplicación práctica, los resultados y conclusiones.		

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE CAMPO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD II				
1	Contextualizar las actividades desarrolladas durante un proyecto de biorremediación, mediante la visita a un laboratorio especializado, para reconocer los pasos para la caracterización de sitios contaminados y las técnicas químicas y bacteriológicas que se utilizan en los proyectos de biorremediación, de manera colaborativa e investigativa.	Se visitará un laboratorio de Química Ambiental y de Ciencia y Tecnología de Suelo, Agua y Medio Ambiente o afín. Se identificarán los métodos de investigación utilizados para la caracterización de sitios contaminados. Se relacionará la teoría y la práctica para contextualizar los temas vistos en clases respecto a las técnicas analíticas utilizadas para evaluar los procesos de biorremediación. Se elaborará un reporte de las actividades realizadas en el laboratorio.	Equipos y materiales de laboratorio Manuales de operación de los equipos. Manuales de técnicas analíticas.	4 horas
UNIDAD III				
2	Analizar los procesos biológicos que suceden en un sistema de remediación de aguas residuales, mediante la visita a una planta de tratamiento de aguas residuales para reconocer las etapas de un proceso de remediación biológica, con sentido del orden y con conciencia social.	Se elaborará un reporte de la visita a la planta de tratamiento de aguas residuales, resaltado las diferentes unidades de tratamiento y el objetivo de cada proceso. Se identificarán los procesos biológicos de remediación en estos sistemas de tratamiento de aguas residuales. Los alumnos escucharán con atención las explicaciones	Presentación oral de la visita guiada por el responsable de la planta de tratamiento. Material adicional proporcionado por el expositor. Lecturas adicionales sugeridas por el docente.	8 horas

		mencionadas en la visita.		
3	Realizar el análisis de aguas proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales, mediante determinaciones de laboratorio, para conocer la calidad del agua, con disciplina para el trabajo y sentido del orden.	Se realizarán los análisis de laboratorio de los parámetros principales de calidad del agua del efluente, como DBO, DQO, coliformes totales y fecales, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, de una planta de tratamientos de aguas residuales (aguas tratadas).	Se utilizarán los diferentes manuales de prácticas de cada uno de los parámetros de calidad mencionados en la competencia. Matraces, pipetas, frascos de vidrio, incubadora, potenciómetro, conductímetro.	4 horas
UNIDAD IV-V				
4	Reconocer el medio físico y los principales impactos antropogénicos en el que se sitúa la población de Mexicali, a través de muestreos y mediciones in situ de sitios contaminados, para plantear posibles estrategias de biorremediación, con actitud crítica, conciencia social y respeto por el medio ambiente.	Se visitarán diferentes sitios contaminados en el Valle de Mexicali 1. Visita al basurero semicontrolado ¨Hipólito Rentería¨. 2. Visita a parcela agrícola regada con aguas residuales tratadas, para tomar muestra de agua de riego y de suelo y medición de parámetros in situ (pH, conductividad y Oxígeno disuelto) 3. Reconocimiento del basurero del Vado Carranza, muestreo en un sistema de control (pozos) para evaluar el impacto del basurero al acuífero. Se realizarán mediciones in situ de pH, conductividad y Oxígeno disuelto y el nivel del acuífero. 4. Visita a la zona de fallas geológicas que controlan la tectónica y el marco geológico de la región.	Equipo de campo para medición de parámetros de campo. Libreta o cuaderno para hacer anotaciones y cámara para documentar la práctica con fotos.	16 horas

		5. Recorrido por el Volcán Cerro Prieto para ver manifestaciones hidrotermales y apreciar las condiciones ambientales y los impactos ambientales que están ocasionando las actividades económicas en la región.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice habilidades técnicas en biorremediación a través del estudio de los procesos de biodegradación.

Estrategia de enseñanza (docente)
Exposición, guía en desarrollo de proyectos de investigación, prácticas de campo, discusiones de clase, mesas redondas, síntesis, reportes de lectura, cuadro comparativo, presentaciones orales y la evidencia de desempeño.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
A través del trabajo en equipo, sesiones de taller, experimentales y exposiciones de tópicos selectos, el alumno aplique los conceptos, principios y procesos que rigen a las técnicas de biorremediación en el estudio de sitios contaminados. Los reportes y la bitácora, elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas, que en conjunto con un proceso investigativo, lo posibiliten a ejecutar y presentar proyectos para la biorremediación de sitios contaminados.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (3)…… 60%
- Reportes en formato electrónico de prácticas de laboratorio……..10%
- Tareas y trabajo en equipo…….....10%
- Práctica de campo y reporte.....5%
- Evidencia de desempeño……. …..15%
  (proyecto sobre biorremediación)

Total….....……..…….100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Anjum, N. (2017). *Chemical Pollution Control with Microorganisms.* Estados Unidos: Nova Science Publishers. Recuperado de http://web.a.ebscohost.com

Mason, A. (2012). *Bioremediation: Biotechnology, Engineering and Environmental Management.* Estados Unidos: Nova Science Publishers. Recuperado de: http://web.a.ebscohost.com

Mason, A. (1999). *Biodegradation and bioremediation*. Estados Unidos: Academic Press. [clásica]

Muñiz, S. y Velázquez, B. (2014). *Bioremediation: Processes, Challenges, and Future Prospects.* Estados Unidos: Nova Science.

Singh, A., y Ward, O. P. (2004). *Applied bioremediation and phytoremediation.* Estados Unidos: Springer. [clásica]

Wise, D. L. (2000). *Bioremediation of contaminated soils.* Estados Unidos: Marcel Dekker. [clásica]

Complementarias

Rangel, M (2018). *Capacidad de supervivencia y acumulación de metales pesados de algunas plantas nativas del municipio de Mexicali en residuos mineros*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Baja California.

Torres, L. y Bandala, E. (2009). *Remediation of Soils and Aquifers*. Estados Unidos: Nova Science Publishers. Recuperado de: http://web.a.ebscohost.com

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta unidad de aprendizaje debe poseer al menos estudios de licenciatura en el área biológica, biotecnológica, ambiental o perfil afin, tener conocimientos en el área de medio ambiente. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, responsable, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Procesamiento de Imágenes Biomédicas

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 02 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA **Firma**

Juan Carlos García Gallegos
Miguel Enrique Bravo Zanoguera
Roberto López Avitia
Juan Miguel Colores Vargas

Fecha: 30 de enero de 2019

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s) **Firma**

Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista M. Cristina Castañón B.

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de la unidad de aprendizaje Procesamiento de imágenes biomédicas es servir como apoyo importante en el diagnóstico mediante imágenes, así como en el desarrollo de instrumentación biomédica que implique el procesamiento y análisis de imágenes o video; sin embargo, su aplicación puede extenderse al análisis de imágenes biológicas, como fotografías de células, bacterias, entre otras.

El estudiante de esta Unidad de Aprendizaje (UA) obtendrá herramientas de análisis en el procesamiento de imágenes biomédicas. Asimismo, tendrá la capacidad de destacar información relevante de cualquier imagen, mediante técnicas computacionales y matemáticas, que facilitará la labor de análisis y diagnóstico de radiólogos, médicos o personal de laboratorio. Por otra parte, será capaz de implementar sistemas automáticos de segmentación y detección de objetos en cualquier tipo de imagen.

La asignatura es optativa de la etapa disciplinaria y corresponde al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño del Programa Educativo de Bioingeniero.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar y mejorar imágenes biomédicas, mediante la aplicación de herramientas matemáticas y computacionales, para extraerles o resaltar de ellas información útil que facilite su interpretación y diagnóstico en diversas áreas de la bioingeniería, con disposición al trabajo colaborativo y una actitud crítica y honesta.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

-Desarrolla un sistema de procesamiento de imágenes biomédicas que incluya un informe con los siguientes elementos: introducción, planteamiento del problema, objetivos, metodología y conclusiones.
-Portafolio de evidencias de reportes de prácticas de laboratorio y taller, donde, de manera estructurada, presenten, analicen y discutan los resultados teórico-prácticos obtenidos, y además se presenta una conclusión general de las experiencias de aprendizaje.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Teoría de Formación de Imágenes

Competencia:

Analizar la interacción de la luz con los objetos en la captación de imágenes con distintos sistemas ópticos, mediante la física de los captores ópticos, para entender el proceso de formación de imágenes en la retina y en matrices fotosensibles que emulan a la retina, con actitud colaborativa y responsable.

Contenido: **Duración:** 5 horas

1.1. Introducción al procesamiento de imágenes.
    1.1.1. Radiología.
    1.1.2. Tipos de imágenes biomédicas.
1.2. Teoría de formación de imágenes.
1.3. Dualidad onda-partícula de la luz.
1.4. Sistemas ópticos.
1.5. Anatomía del ojo humano.
1.6. Células sensibles a la luz: conos y bastones.
1.7. Efectos ópticos.

UNIDAD II. Caracterización, muestreo y cuantificación de imágenes digitales

Competencia:

Evaluar una imagen digital a partir de una imagen biomédica analógica, mediante los algoritmos de muestreo y cuantificación, para obtener distintas resoluciones espaciales y de niveles de gris de la imagen, con disposición al trabajo en equipo y actitud crítica.

Contenido: **Duración:** 5 horas

2.1. Digitalización de señales unidimensionales y bidimensionales.
2.2. Muestreo de imágenes analógicas.
    2.2.1. Submuestreo de imágenes.
2.3. Cuantificación de imágenes analógicas.
    2.3.1. Subcuantificación de imágenes.
2.4. Caracterización de imágenes
    2.4.1. Espacio de memoria que ocupan las imágenes.
    2.4.2. Clasificación de las imágenes digitales.
2.5. Imágenes binarias.

UNIDAD III. Modificación de Histograma y Mejora de Imágenes

Competencia:

Analizar la relación entre la ecualización del histograma de una imagen, mediante algoritmos implementados en un lenguaje de programación, para mejorar el contraste de la imagen como paso previo al uso de filtros espaciales o frecuenciales, con disposición al trabajo en equipo y con una actitud honesta.

Contenido: **Duración:** 5 horas

3.1. Histograma de una imagen
3.2. El concepto de entropía desde el enfoque del histograma
3.3. Ecualización del histograma
3.4. Mejoramiento del contraste de una imagen
3.5. Mejoramiento de una imagen mediante operaciones aritméticas puntuales
    3.5.1. Sustracción y adición de matrices de imagen.
    3.5.2. Umbralización simple o doble.
3.6. Análisis de imágenes desde un enfoque espacial y frecuencial.

UNIDAD IV. Filtrado Espacial de Imágenes

Competencia:

Implementar algoritmos en imágenes biomédicas, mediante la aplicación de filtros espaciales basados en máscaras de convolución, para resaltar los bordes y disminuir el ruido de fondo en las imágenes, con rectitud, proactividad y empeño.

Contenido: **Duración:** 5 horas

4.1. Operaciones puntuales, locales y globales
4.2. Operaciones locales
4.3. Tipos de vecindad de píxeles en operaciones locales.
4.4. Convolución en el filtrado de imágenes.
4.5. Filtrado pasa-bajas y pasa-altas en imágenes.
4.6. Filtrado de promediado o pasa-bajas.
4.7. Filtrado pasa-altas basado en la primera derivada (gradiente)
    4.7.1. Filtrado Prewitt.
    4.7.2. Filtrado Sobel.
    4.7.3. Variaciones del filtrado Sobel.
4.8. Filtrado pasa-altas basado en la segunda derivada (laplaciano)
4.9. Filtrado gaussiano del laplaciano
4.10. Segmentación.

UNIDAD V. Filtrado en el dominio de la frecuencia

Competencia:

Implementar algoritmos en imágenes biomédicas, mediante la aplicación de filtros basados en la Transformada de Fourier, para resaltar los bordes y disminuir el ruido de fondo en las imágenes, con disposición al trabajo en equipo, actitud honesta y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1. La Transformada de Fourier
5.2. La Transformada de Fourier discreta y su inversa
    5.2.1. La Transformada de Fourier discreta unidimensional.
    5.2.2. La Transformada de Fourier discreta bidimensional.
5.3. La Transformada rápida de Fourier.
5.4. Teorema de la convolución.
5.5. Aplicación de la Transformada Rápida de Fourier a imágenes.
5.6. Simetría conjugada y propiedad de reflexión.
5.7. Filtrado pasa-bajas.
5.8. Filtrado pasa-altas.
5.9. Filtro Butterworth pasa-altas y pasa-bajas.
5.10. Segmentación y reconocimiento de objetos en una imagen.

UNIDAD VI. Procesamiento de imágenes mediante morfología matemática

Competencia:

Aplicar algoritmos de mejora de imágenes biomédicas, mediante el empleo de operaciones morfológicas de primer y segundo nivel, para la detección de bordes, esqueletización de objetos, y atenuación de ruido, con disposición al trabajo colaborativo y actitud proactiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

6.1. Introducción a la morfología matemática
6.2. Operaciones morfológicas de primer nivel
    6.2.1. Dilatación
    6.2.2. Erosión
6.3. Operaciones morfológicas de segundo nivel
    6.3.1. Apertura
    6.3.2. Cierre
6.4. Filtrado morfológico
6.5. Reconocimiento de objetos mediante el método “Hit-or-miss”
6.6. Esqueletización de figuras en imágenes.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Distinguir los captores de imagen, mediante la resolución y discusión en grupo de un cuestionario, para reforzar y profundizar el tema revisado en clase, con disposición al trabajo en equipo y proactividad.	Tema: captores de imágenes 1. El docente proporciona los apuntes impresos o electrónicos y el cuestionario. 2. Responde un cuestionario sobre diferentes captores de imágenes estudiados en clase. 3. Discute en grupo las respuestas del cuestionario para corregir las respuestas erróneas. 4. Entrega el cuestionario resuelto al docente.	Laptop, apuntes impresos y electrónicos, cuestionario impreso en papel.	1 hora
2	Diferenciar las partes anatómicas del ojo humano, mediante el uso de una estrategia didáctica y su posterior discusión, para comprender su funcionamiento, de forma organizada y objetiva.	Tema: anatomía del ojo 1. Formar equipos de trabajo 2. Estudio en equipos de trabajo de las partes anatómicas del ojo humano. 3. Realiza una dinámica de aprendizaje que refuerce lo aprendido (se sugiere como estrategia didáctica el uso de un crucigrama). 4. Discute en grupo la actividad realizada para reforzar los	Laptop, apuntes electrónicos, cuestionario impreso en papel.	1 hora

		conocimientos adquiridos. 5. Entrega al docente la evidencia de la actividad realizada.		
UNIDAD II				
3	Analizar el cambio de resolución espacial de una imagen, mediante el muestreo 1/2 y 1/4 de una matriz de imagen, para evidenciar la modificación de la resolución de la imagen, con disposición al trabajo colaborativo y actitud propositiva y objetiva.	Tema: Muestreo en imágenes. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Muestreo 1/2 de una matriz de imagen de 16X16. Los cálculos se realizan en papel. 3. Muestreo 1/4 de una matriz de imagen de 16X16. Los cálculos se realizan en papel. 4. Entrega informe de los resultados.	Apuntes impresos y electrónicos, papel.	1 hora
4	Analizar el cambio de resolución en niveles de gris de una imagen, mediante la cuantificación 1/2 y 1/4 de una matriz de imagen, para evidenciar la modificación de la resolución en niveles de gris de la imagen, con actitud colaborativa, propositiva y objetiva.	Tema: Cuantificación de imágenes. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Cuantificación 1/2 de una matriz de imagen de 16X16. Los cálculos se realizan en papel. 3. Cuantificación 1/4 de una matriz de imagen de 16X16. Los cálculos se realizan en papel. 4. Entregar informe de los resultados.	Apuntes impresos y electrónicos, papel.	2 horas
UNIDAD III				
5	Identificar el cambio en el contraste de una imagen mediante la ecualización de su histograma, para mejorar la percepción visual	Tema: ecualización del histograma 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes.	Apuntes electrónicos e impresos, papel.	2 horas

	de la imagen, de manera ordenada y lógica.	2. Graficar el histograma de una matriz de imagen de 10X10. 3. Ecualizar el histograma mediante un algoritmo de linealización. 4. Graficar el histograma ecualizado. 5. Comparar ambos histogramas. 6. Entregar informe de los resultados.		
UNIDAD IV				
6	Analizar la potencialización de los bordes en una imagen, mediante un algoritmo de filtrado pasa-altos, para resaltar bordes en los objetos de la imagen, con disposición al trabajo en equipo y actitud honesta.	Tema: filtrado pasa-altos 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Aplica una máscara Laplaciano de 3X3 a una imagen de 16X16. 3. Discute en grupo si los bordes o ruido de la imagen se resaltaron. 4. Entrega informe de los resultados.	Apuntes electrónicos e impresos, papel.	1 hora
7	Analizar la atenuación de los bordes en una imagen, mediante un algoritmo de filtrado pasa-bajos, para suavizar bordes en los objetos de la imagen, con actitud colaborativa y honesta.	Tema: filtrado pasa-bajos 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Aplica una máscara de promediado de 3X3 a una imagen de 16X16. 3. Discute en grupo si los bordes o ruido de la imagen se atenuaron. 4. Entrega informe de los resultados.	Apuntes electrónicos e impresos, papel.	1 hora

UNIDAD V				
8	Analizar las características espaciales y frecuenciales de una imagen, mediante la aplicación de la Transformada Rápida de Fourier, y su inversa, para hacer significativo el funcionamiento del algoritmo, con una actitud proactiva y ordenada.	Tema: Transformada Rápida de Fourier. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se resuelve un ejercicio de aplicación del algoritmo de la Transformada Rápida de Fourier y su respectiva inversa a una matriz de tamaño 5X5. 3. Se comparan los resultados obtenidos en equipos de 2 personas. 4. Entrega informe de los resultados.	Apuntes electrónicos e impresos, papel.	1 hora
9	Aplicar los conceptos del filtrado en el dominio de la frecuencia, mediante el uso de una estrategia didáctica, para filtrar imágenes en el dominio de la frecuencia, con disposición al trabajo en equipo y actitud responsable y honesta.	Tema: filtros en el dominio de la frecuencia. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Formar equipos de trabajo 3. Estudio en equipos de trabajo del filtrado en el dominio de la frecuencia. 4. Realiza una dinámica de aprendizaje que refuerce lo aprendido (se sugiere como estrategia didáctica el uso de un crucigrama). 5. Discute en grupo la actividad realizada para reforzar los conocimientos adquiridos.	Laptop, apuntes electrónicos, cuestionario impreso en papel.	2 horas

UNIDAD VI				
11	Aplicar operaciones morfológicas de primer nivel a matrices, mediante los algoritmos adecuados, para resaltar bordes y atenuar ruido, con una actitud ordenada y responsable.	Tema: operaciones morfológicas de primer nivel. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se aplican los algoritmos de dilatación y erosión en una matriz de imagen de 10X10 con dos tipos de elementos estructurantes. 3. Se realiza una discusión grupal para comparar los resultados. 4. Entrega informe de resultados.	Apuntes electrónicos e impresos, papel.	2 horas
12	Aplicar operaciones morfológicas de segundo nivel a matrices mediante los algoritmos adecuados para filtrar y esqueletizar objetos en una imagen, con una actitud ordenada y responsable.	Tema: operaciones morfológicas de segundo nivel. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se aplican los algoritmos de apertura y cierre en una matriz de imagen de 10X10 con dos tipos de elementos estructurantes. 3. Se realiza una discusión grupal para comparar los resultados. 4. Entrega informe de resultados.	Apuntes electrónicos e impresos, papel.	2 horas

VII. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

No. de Práctica	Competencia	Descripción	Material de Apoyo	Duración
UNIDAD II				
1	Distinguir el submuestreo y la subcuantificación de una imagen, mediante algoritmos de ambos procesos en Matlab, para cambiar la resolución espacial y en escala de grises, respectivamente, con una actitud colaborativa y honesta.	Tema: Submuestreo y subcuantificación. Se formarán equipos de dos personas. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes biomédicas mediante Matlab. 3. Se aplica el algoritmo de submuestreo 1/2, 1/4, 1/8 y 1/16, a las matrices de imagen. 4. Se aplica el algoritmo de subcuantificación 1/2, 1/4, 1/8 y 1/16, a las matrices de imagen. 5. Se obtienen imágenes con diferente resolución espacial y diferente resolución en escala de grises. 6. Compara y discute los resultados. 6. Entrega informe de resultados.	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	4 horas
UNIDAD III				
2	Analizar el contraste de imágenes, mediante la ecualización del histograma de imágenes, para mejorar su percepción visual, con una actitud proactiva, lógica y ordenada.	Tema: ecualización o linealización de histogramas Se formarán equipos de dos personas.	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	4 horas

		1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes biomédicas mediante Matlab. 3. Se aplica un algoritmo para desplegar el histograma de las imágenes. 4. Se aplica un algoritmo para ecualizar o linealizar los histogramas de las imágenes. 5. Grafica los histogramas ecualizados o linealizados. 6. Compara y discute los resultados. 7. Entrega informe de resultados.		
UNIDAD IV				
3	Distinguir los efectos del filtrado pasa-bajas en imágenes, mediante la convolución de máscaras de promediación en las matrices de imagen, para atenuar los bordes y disminuir el ruido, con una actitud colaborativa, responsable y honesta.	Tema: Filtros pasa-bajas Se formarán equipos de dos personas. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes biomédicas mediante Matlab. 3. Se convoluciona una máscara de promediación 3X3 y 5X5 en las matrices de las imágenes. 4. Se despliegan los resultados. 5. Compara las imágenes resultantes con las originales y se discutirán las diferencias. 6. Entrega informe de resultados.	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	3 horas
4	Distinguir los efectos del filtrado pasa-altos en imágenes, mediante	Tema: Filtros pasa-altos	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	4 horas

	la convolución de máscaras de gradiente y Laplaciano en las matrices de imagen, para acentuar los bordes de los objetos, con disposición al trabajo en equipo y con una actitud responsable.	Se formarán equipos de dos personas. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes biomédicas mediante Matlab. 3. Se convoluciona una máscara laplaciana y de gradiente, 3X3, en las matrices de las imágenes. 4. Se despliegan los resultados. 5. Se comparan las imágenes resultantes y se discute cual fue el mejor filtrado en función a las características de la imagen original. 6. Entrega informe de resultados.		
UNIDAD V				
5	Distinguir los efectos del filtrado pasa-bajas, pasa-altas y pasa-bandas ideales en el dominio de la frecuencia, mediante la aplicación de la Transformada Rápida de Fourier y su inversa, para resaltar y atenuar bordes de objetos, con disposición al trabajo en equipo y una actitud responsable.	Tema: Filtros ideales en el dominio de la frecuencia Se formarán equipos de dos personas. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes biomédicas mediante Matlab. 3. Se les aplica la Transformada Rápida de Fourier a las matrices de imágen. 4. Se multiplican las matrices con las matrices pasa-bajas, pasa-altas y pasa-bandas ideales. 5. Se les aplica la Transformada Inversa de Fourier.	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	3 horas

		5. Se comparan las imágenes resultantes con las imágenes originales y se discuten los resultados. 6. Entregar informe de resultados.		
7	Distinguir los efectos del filtrado pasa-bajas, pasa-altas y pasa-bandas Butterworth de segundo orden en el dominio de la frecuencia, mediante la aplicación de la Transformada Rápida de Fourier y su inversa, para resaltar y atenuar bordes de objetos, con disposición al trabajo colaborativo y una actitud honesta.	Tema: Filtros Butterworth en el dominio de la frecuencia Se formarán equipos de dos personas. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes biomédicas mediante Matlab. 3. Se les aplica la Transformada Rápida de Fourier a las matrices de imagen. 4. Se multiplican las matrices con las matrices pasa-bajas, pasa-altas y pasa-bandas Butterworth de segundo orden. 5. Se les aplica la Transformada Inversa de Fourier. 6. Se comparan las imágenes resultantes con las imágenes	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	4 horas

		originales y se discutirán los resultados. 7. Entrega informe de resultados.		
UNIDAD VI				
8	Evaluar los cambios producidos en imágenes biomédicas, a partir de la aplicación de algortimos de dilatación y erosión, para la obtención de bordes en objetos y atenuación de ruido de fondo, con actitud colaborativa y responsable.	Tema: Operaciones morfológicas de primer orden Se forman equipos de dos personas. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes biomédicas mediante Matlab y se binarizan. 3. Se les aplica el algoritmo de dilatación a las matrices de imagen. 4. Se les aplica el algoritmo de erosión a las matrices de imagen. 5. Se comparan las imágenes resultantes de ambos algoritmos con las originales y se discuten los resultados. 6. Entregar informe de resultados.	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	4 horas
9	Evaluar los cambios en imágenes biomédicas, mediante la aplicación de algoritmos de apertura y cierre, para obtener los bordes y los esqueletos de los objetos así como la atenuación de ruido de fondo, de manera lógica, sistemática y responsable.	Tema: Operaciones morfológicas de segundo orden Se forman equipos de dos personas. 1. El docente introduce la actividad a los estudiantes. 2. Se leen dos imágenes	Computadora personal y lenguaje de programación Matlab.	4 horas

		biomédicas mediante Matlab y se binarizarán. 3. Se les aplica el algoritmo de apertura a las matrices de imagen. 4. Se les aplica el algoritmo de cierre a las matrices de imagen. 5. Se comparan las imágenes resultantes de ambos algoritmos con las originales y se discuten los resultados. 6. Entrega informe de resultados.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre

-El primer día de clase se establece la forma de trabajo, derechos y obligaciones docente-alumno y el criterio de evaluación.

Estrategias de enseñanza (docente)

-Exposición oral por parte del docente a lo largo del curso.

-Guía del docente para la resolución de ejercicios en clase y en las prácticas de Taller.

Estrategias de aprendizaje (alumno)

-Aprendizaje basado en la solución de ejercicios y prácticas de manera individual y por equipos.

-Las prácticas en el laboratorio y los talleres se realizarán en equipo y servirán de refuerzo de los conceptos y contenidos vistos en clase.

-Se llevará a cabo el análisis, por equipo, de un artículo de investigación acerca del procesamiento de imágenes biomédicas, y posteriormente se expondrá frente al grupo.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación:

-2 exámenes escritos…….40%
-Prácticas de laboratorio……..15%
-Prácticas de taller…….10%
-Evidencia de desempeño……..25%
(sistema de procesamiento de imágenes biomédicas y portafolio de evidencias)
-**TOTAL**……100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Birkfellner, W. (2014). *Applied Medical Image Processing* (2ª ed.). Estados Unidos: CRC Press. Taylor & Francis Group.

Gonzalez, C.G., Woods, R.E. (2018). *Digital Image Processing* (4ª ed.). Reino Unido: Pearson.

Pratt W.K. (2013). *Introduction to Digital Image Processing*. Estados Unidos: CRC Press. Taylor & Francis Group. [clásica]

Complementarias

Shelke, S., Patil, P.B. (2016). *Digital Image Processing*. India: Vikas.

Sivanandam S.N., Deepa, S.N. (2015). *Matlab with Control System, Signal Processing & Image Processing Toolboxes*. Estados Unidos: Wiley.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura deberá poseer licenciatura en bioingeniería, electrónica, o áreas afines, preferentemente tener maestría y doctorado en área afín. Debe contar con experiencia docente y laboral en áreas afines a la Bioingeniería. Además, poseer la capacidad de integrarse a la comunidad universitaria, asumiendo los valores y principios éticos universitarios, y ser capaz de estimular la participación activa de los estudiantes en las actividades académicas y culturales de los estudiantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Instrumentación Biomédica Basada en Computadora

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 04 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguna

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA — **Firma**

Roberto López Avitia
Francisco Javier Ramírez Arias
Juan Miguel Colores Vargas
Fabián Natanael Murrieta Rico

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s) — **Firma**

Alejandro Mungaray Moctezuma
Humberto Cervantes de Ávila
María Cristina Castañón Bautista

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Instrumentación Biomédica Basada en Computadora tiene como propósito desarrollar en los estudiantes las competencias teórico-prácticas necesarias para desarrollar interfaces gráficas profesionales de tipo biomédico, así como en la implementación de algoritmos que permitan la manipulación, procesamiento, despliegue, análisis y almacenamiento de datos biomédicos.

La importancia de esta unidad de aprendizaje radica en el desarrollo de conocimientos y habilidades necesarias para desenvolverse laboralmente como diseñadores de plataformas gráficas que resuelvan problemas del área de tecnología médica, asi como en el diseño de algoritmos e instrumentos virtuales, bases de datos e interfaces gráficas para el manejo de la información biomédica, ya sea en hospitales o empresas dedicadas estas áreas.

Esta asignatura es de carácter optativo, teórico-práctica de la etapa terminal y corresponde al área de Ingeniería Aplicada y Diseño del programa educativo Bioingeniero. Es necesario que los estudiantes al ingresar al curso tengan conocimientos básicos de Bioinstrumentación e Instrumentación Biomédica.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseñar e implementar sistemas de monitoreo de variables fisiológicas basada en computadora , mediante el uso de la instrumentación virtual, bases de datos y algoritmos computacionales, para el cuidado de la salud y manejo de la información de pacientes en clínicas y hospitales, con una actitud creativa, crítica y responsable.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

El diseño e implementación de una plataforma visual para el monitoreo y manejo de una o más variables fisiológicas, en apego a los requerimientos establecidos por el docente.

Portafolio de evidencias que incluya, entre otros documentos, evaluaciones parciales, tareas, trabajos de investigación, actividades de talleres y prácticas de laboratorio, incorporando una portada, índice y una conclusión en donde se expongan las experiencias de aprendizaje durante las actividades del curso.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Conceptos básicos de instrumentación virtual para el desarrollo de aplicaciones biomédicas

Competencia:

Desarrollar e implementar instrumentos virtuales en aplicaciones básicas de Bioinstrumentación, utilizando algoritmos matemáticos sencillos e instrumentos virtuales (VI's), para encontrar características de biopotenciales, con una actitud crítica y constructiva.

Contenido: **Duración:** 5 horas

1.1. Ambiente de programación del software de instrumentación virtual.
1.2. Uso de rutinas repetitivas para la medición de Biopotenciales.
1.3. Uso de estructuras de control para la toma de decisiones en la medición de Biopotenciales.
1.4. Manejo de arreglos y clusters para la agrupación de datos de Electrofisiología Neuromuscular.
1.5. Visualización de datos de Electrocardiografía y Electromiografía en graficas
1.6. Administración de archivos y uso de cadenas de caracteres para trasferencia de datos con equipo Biomédico.

UNIDAD II. Estaciones de trabajo para dinámica cardiopulmonar

Competencia:
Diseñar e implementar instrumentos virtuales de monitoreo, manejo y análisis de dinámicas cardiopulmonares, utilizando algoritmos matemáticos e instrumentos virtuales (VI's), para encontrar de manera automática los parámetros idóneos para el elemento de ventilación, una actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 5 horas

2.1. Función pulmonar
2.2. Modelo del tejido pulmonar y su viscoelasticidad.
2.3. Hemodinámica cardiovascular.
2.4. Análisis presión-volumen en un sistema cardiovascular.
2.5. Análisis de adquisición de dates para pruebas de función pulmonar.
2.6. Ejemplo de un VI para adquisición y almacenamiento en base de datos, las mediciones de espirómetro.
2.7. Aplicaciones en Sistema Cardiopulmonar.
2.8. Instrumento virtual de estimulación para Apnea en infantes prematuros.
2.9. Parámetros de los ventiladores.
2.10. Fuerza inspiratoria negativa (NIF).
2.11. Razón respiratoria espontanea (RR).
2.12. Capacidad vital (VC).
2.13. Ventilaciones por minuto.
2.14. VIs para adquisición, análisis y monitoreo a distancia por medio de red local o internet de los parámetros de ventilación.

UNIDAD III. Sistemas de visión y procesamiento de imágenes y manejo de información en salud

Competencia:
Diseñar e implementar interfaces visuales de procesamiento de imágenes e información médica, utilizando módulos especializados de instrumentación virtual, para el mejoramiento de instrumentos fijos en salas hospitalarias, con sentido crítico, responsabilidad y disciplina.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1. Sistemas de Visión y Procesamiento de imágenes.
- 3.1.1. Conceptos y tecnologías de visión por computadora.
- 3.1.2. Cámaras e interfaces para sistemas de imagen.
- 3.1.3. Protocolo DICOM para imágenes médicas.
- 3.1.4. Funciones de instrumentación virtual para procesamiento de imagen.
- 3.1.5. Funciones de instrumentación virtual para movimiento y seguimiento de objetos.
- 3.1.6. Ejemplos de conteo de objetos en imágenes médicas usando Vis.

3.2. Sistemas para el manejo de información en salud.
- 3.2.1. Conceptos de informática médica.
- 3.2.2. Manejo de archives electrónicos de información médica.
- 3.2.3. VIs para el manejo de reportes médicos utilizando módulos de Office.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Resolver problemas teóricos de acondicionamiento de sensores de uso médico, utilizando los principios de los acondicionadores y actuadores eléctricos y electrónicos, para comprender las características de diseño de equipos médicos, de una manera organizada y profesional.	1.- Plantea un problema a resolver en torno al acondicionamiento de un sensor de uso médico (temperatura, oxigeno, entre otros), estableciendo los parámetros deseables. 2.- En equipo, se proponen esquemas de acondicionamiento basados en circuitos multi-etapa que resuelvan el planteamiento establecido. 3.- Se expone el trabajo al grupo y se debaten sus ideas. 4.- El docente establece una propuesta basada en las soluciones planteadas por los equipos de trabajo.	Lápices y plumas, hojas limpias, regla, calculadora y bibliografía recomendada.	5 Horas
UNIDAD II				
2	Conocer e identificar los parámetros de medición en el sistema respiratorio bioeléctricas a través de revisión bibliográfica con el propósito de identificar sus parámetros más importantes y sus necesidades técnicas de medición, de manera consiente y razonada.	1.- En equipo se estudia el principio de funcionamiento del sistema respiratorio. 2.- Se elabora una tabla comparativa que describa los parámetros de medición más relevantes en el sistema respiratorio, los valores típicos, valores mínimos y máximos. 3.- Se compara la tabla elaborada con los diferentes equipos y se discuten las diferencias.	Computadora, Lápices y plumas, colores, hojas limpias, regla, cartulina y bibliografía recomendada.	5 Horas
UNIDAD III				

3	Comprender los principios de funcionamiento de imagenología médica a través del estudio bibliográfico de los elementos y sistemas más importantes, para comprender los riesgos y ventajas de cada uno, con actitud propositiva.	1.- En equipo se investigan los principios de imagenología por señales ionizantes de tipo rayos X, TAC, fluoroscopía y equipos portátiles. 2.- Se elabora un documento en donde se describan las características, riesgos y ventajas de cada sistema. 3.- Se comparan los datos del documento con los diferentes equipos y se discuten las diferencias.	Computadora, Lápices y plumas, colores, hojas limpias, regla y bibliografía recomendada.	3 Horas
4	Investigar los diferentes tipos de Laser y sus aplicaciones médicas, a parir del análisis de los parámetros y características eléctricas, para la comprensión de las ventajas y desventajas en el uso hospitalario, con disposición para el trabajo en equipo.	1.- En equipo se investigan los diferentes tipos de Laser y sus aplicaciones médicas. 2.- Se elabora una presentación con la descripción, características y parámetros eléctricos y las aplicaciones médicas de los diferentes Láseres analizados. 3.-Se expone la información investigada por los diferentes equipos y discutir las diferencias.	Computadora, Proyector, Hojas de datos de fabricante, software lumas, colores, memoria USB, hojas limpias, regla, software para la elaboración de presentaciones y bibliografía recomendada.	3 Horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Desarrollar algoritmos computacionales a partir de secuencias lógicas de instrumentos virtuales, para conformar operaciones matemáticas básicas bajo el ambiente de programación visual, fomentando el respeto entre los participantes.	1.-El docente establece diferentes tareas que los estudiantes deben solucionar a partir de operadores matemáticos e instrumentos virtuales, se recomienda que se propongan tareas que involucren operaciones numéricas y booleanas, así como diferentes controles e indicadores. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados a partir de constantes de prueba establecidas por el docente. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	4 Horas
2	Implementar algoritmos computacionales basados en iconos, utilizando estructuras cíclicas de programación, para ejecutar tareas repetitivas bajo el ambiente de programación visual, con responsabilidad.	1.-El docente establece diferentes tareas que los estudiantes deben solucionar a partir de ciclos e instrumentos virtuales, se recomienda que se propongan tareas que involucren ciclos FOR y WHILE. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados a partir de parámetros de prueba establecidos por el docente.	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	4 Horas

		4.- Se elabora un reporte de la práctica.		
3	Implementar algoritmos computacionales que permitan el manejo de tiempos de reloj durante la ejecución del programa, utilizando estructuras de condicionamiento y secuencias, para ejecutar tareas que requieran condiciones o eventos durante su ejecución, de una forma ordenada y con profesionalismo.	1.-El docente establece diferentes tareas que los estudiantes deben solucionar a partir de estructuras CASE y SEQUENCE, así como el manejo de control de flujo de información y mensajes de error o de precaución en la validación de los instrumentos. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados a partir de condiciones de prueba establecidas por el docente. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	4 Horas
4	Diseñar e implementar un instrumento virtual con interfaz gráfica, utilizando arreglos y "clústers", para la presentación de información organizada a usuarios del panel frontal, con actitud propositiva.	1.-El docente establece una tarea que los estudiantes deben solucionar a partir de arreglos (arrays) y grupos (clusters) para presentación de información en interfaces visuales, así como la presentación de controles e indicadores gráficos para un usuario final del VI. 2.- En equipo se propone e implementa el algoritmo que permita satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados a partir de datos de prueba establecidos por el docente. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	4 Horas
5	Desarrollar instrumentos virtuales gráficos, utilizando gráficas y	1.-El docente establece diferentes tareas que los estudiantes deben	Documento con el procedimiento para el	4 Horas

	tablas, para la representación de señales e imágenes de uso médico, de una forma ordenada, concisa y siguiendo una secuencia lógica.	solucionar mediante a gráficas y tablas a usuarios del panel frontal, ya sea en tiempo real o utilizando vectores XY 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados a partir de señales e imágenes de prueba proporcionadas por el docente. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	
6	Desarrollar instrumentos virtuales de manejo de archivos, utilizando cadenas de caracteres con controles de texto, para la creación de archivos con resultados de mediciones, con actitud creativa e innovadora.	1.-El docente establece diferentes tareas que los estudiantes deben solucionar mediante el uso de cadenas de caracteres y creación de archivos para resultados de mediciones. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados mediante archivos y señales de prueba proporcionadas por el docente. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	4 Horas
UNIDAD II				
7	Desarrollar instrumentos virtuales de interacción entre programas, utilizando herramientas e instrumentos virtuales especializados en el anejo de bases de datos y hojas de cálculo, para el manejo de la informaci6n en reportes y tablas, con una	1.-El docente establece diferentes tareas que los estudiantes deben solucionar mediante rutinas de acceso a documentos; hojas de cálculo y bases de datos. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	4 Horas

	actitud crítica y propositiva.	establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados a través de datos de prueba proporcionados por el docente. 4.- Se elabora un reporte de la práctica		
8	Implementar instrumentos virtuales de adquisición y generación de señales, utilizando señales de prueba provenientes de sensores analógicos para su aplicación en el monitoreo de variables fisiológicas del cuerpo humano, con una actitud crítica y responsable.	1.-El docente establece diferentes tareas que los estudiantes deben solucionar mediante la adquisición de señales analógicas y digitales, que serán muestreadas con la ayuda de una tarjeta de adquisición. Se sugiere utilizar sensores de temperatura, humedad y presión. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados a través de la conexión de un sensor externo a la aplicación que deberá ser adquirido y mostrado por el panel frontal. 4.- Se elabora un reporte de la práctica	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, protoboard, sensores de salidas analógicas, botones tipo push, resistencias de diferentes valores, protoboard, pinzas, cables para protoboard, tarjeta de adquisición de datos, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	8 Horas
9	Controlar diferentes sistemas electrónicos de tipo digital, utilizando instrumentos virtuales y una tarjeta de adquisición de datos, para el manejo de puertos de comunicación digital y un sistema de control básico, de forma organizada y reflexiva.	1.-El docente establece diferentes tareas de control digital, en las cuales los estudiantes deberán implementar diferentes algoritmos de control digital utilizando una tarjeta de adquisición de datos. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados mediante conexiones de elementos electrónicos; LEDS, actuadores, entre otros.	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, protoboard, sensores de salidas analógicas, botones tipo push, LEDS, actuadores, resistencias de diferentes valores, protoboard, pinzas, cables para protoboard, tarjeta de adquisición de datos, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	8 Horas

		4.- Se elabora un reporte de la práctica.		
10	Diseñar e implementar un sistema de red local y una interfaz gráfica con acceso a internet, utilizando un sistema operativo y las opciones de panel remoto de los Vis, para el monitoreo a distancia de equipo biomédico, con una actitud proactiva y disciplinada.	1.-El docente establece los requerimientos de la interface de usuario y la variable de adquisición. 2.- En equipo se propone e implementa el algoritmo que permita satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-El algoritmo es evaluado en tiempo real, manipulando una variable y comprobando la información a través de Internet. 4.- Se elabora un reporte de la práctica	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	4 Horas
UNIDAD III				
11	Implementar un instrumento virtual de mejoramiento de imágenes biomédicas, utilizando el módulo de visión y procesamiento de imágenes, para la detección de formas y objetos en imágenes médicas convencionales, con una actitud, con actitud creativa e innovadora.	1.-El docente establece diferentes tareas en torno al uso del módulo de procesamiento de imágenes y las diferentes herramientas de manejo de imágenes digitales y video. 2.- En equipo se proponen e implementan los algoritmos que permitan satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-Los algoritmos desarrollados son analizados y probados mediante imágenes biomédicas de prueba. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, repositorio de imágenes biomédicas de diferentes tipos, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	8 Horas
12	Diseñar e implementar un sistema de uso biomédico basado en instrumentación virtual y módulos especializados de ingeniería biomédica, para el manejo de variables fisiológicas e interfaces visuales de información médica, con una actitud responsable y	1.-El docente asigna a los diferentes equipos de trabajo, la tarea de conformar un sistema para el manejo y análisis de información médica, que integre opciones de adquisición de datos y transferencia de archivos a distancia. 2.- En equipo se propone e implementa	Documento con el procedimiento para el desarrollo de la práctica, repositorio de imágenes biomédicas de diferentes tipos, computadora personal y un software para el desarrollo de instrumentos virtuales.	8 Horas

	analítica.	el algoritmo que permita satisfacer los requerimientos establecidos por el docente. 3.-El algoritmo es analizado y probado mediante señales y archivos propuestos por el docente. 4.- Se elabora un reporte de la práctica.		

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre :
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice sus habilidades técnicas, humanas y conceptuales.

Estrategia de enseñanza (docente):
Mediante la exposición por parte del maestro de forma ordenada y consistente, apoyándose de material didáctico como presentaciones o videos. En sesiones de taller se desarrollarán ejercicios prácticos en el pizarrón con la participación de los alumnos, en los que identifique y explore los conceptos básicos; siguiendo con dinámicas en grupos de trabajo para la solución de ejercicios, siendo el maestro un monitor y guía de estos. Además, se recomienda utilizar diferentes estrategias de enseñanza:

- Técnica expositiva
- Instrucción guiada
- Debate
- Demostración practica
- Trabajo de grupo
- Mesa redonda
- Simulación de problemas

Estrategia de aprendizaje (alumno):
A través del trabajo en equipo, sesiones de taller, exposición de temas por parte del docente y sesiones experimentales en el laboratorio, el alumno aplica los conceptos y principios de funcionamiento de circuitos abordados en clase para la resolución de ejercicios teóricos y prácticos que se asemejen a problemas reales, para la solución en equipo con el fin de reforzar los temas revisados en clase. Los reportes en cada actividad son elaborados en estricto apego a la reflexión y a la crítica, que posicionarán al alumno en pleno reconocimiento de las habilidades adquiridas. Se recomienda que el alumno maneje diferentes estrategias de aprendizaje, por ejemplo:

- Preguntas intercaladas
- Resúmenes
- Mapas y redes conceptuales
- Resolución de problemas
- Reportes de investigaciones
- Mapas mentales
- Taller reflexivo
- Seminarios

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de calificación

Tareas y Talleres	20%
Evaluación parcial (3)	20%
Prácticas de laboratorio	40%
Práctica final y reporte	20%

Nota: La práctica final debe ser evaluada en forma progresiva, es decir, se debe presentar un avance en cada parcial, de acuerdo a la programación mensual propuesta por el profesor.

Criterios de evaluación

- Para acreditar el laboratorio el alumno deberá entregar una práctica final en la fecha indicada en la programación mensual propuesta por el profesor.
- El reporte de la práctica de laboratorio se entrega a más tardar antes de la siguiente práctica.
- En caso que el alumno no logre una calificación mayor o igual a 70/100 en los exámenes parciales, o no apruebe más de una evaluación parcial deberá presentar un examen ordinario. La calificación final será el 50% de la calificación obtenida en el examen ordinario y el 50% de la calificación acumulada durante el semestre.
- En caso de presentar examen ordinario, deberá obtener mínimo una calificación de 60/100 para aprobar la asignatura.
- En caso de no aprobar la evaluación ordinaria, el alumno podrá presentar un examen extraordinario siempre y cuando cumpla con los criterios de acreditación mencionados en el inciso a). En este caso la calificación final será la obtenida al presentar este examen.
- Los ejercicios y trabajos deberán entregarse en tiempo, limpios, con orden, claridad y coherencia en el desarrollo de las ideas. deben atender a normas de redacción y ortografía.
- Mayores detalles se especificarán en las rúbricas de evaluación según corresponda.

IX. REFERENCIAS

Básicas

John G. Webster. (2010). *Medical Instrumentation, Application and Design* (4ª ed.). Estados Unidos: John Wiley & Sons. [clásica]

Yik Yang. (2014). *Labview Graphical Programming Cookbook, 69 recipes to help you build, debug, and deploy modular applications using LabVIEW*. Estados Unidos: PACKT publishing enterprise.

Andrew G. Webb. (2018). *Principles of Biomedical Instrumentation.* Reino Unido: Cambridge University Press.

Fairweather, I., y Brumfield, A. (2011). *LabVIEW: a developer's guide to real world integration*. Estados Unidos: Chapman and Hall/CRC. [clásica]

Complementarias

Christopher, G. R. (2004). *Image acquisition and processing with LabVIEW*. Estados Unidos: CRC Press. [clásica]

Del Rio, J., Manuel, A., Sarria, D., y Shariat, S. (2011*). Labview: Programación para sistemas de instrumentación.* México: Alfaomega. [clasica]

Northrop, R. B. (2012). *Analysis and application of analog electronic circuits to biomedical instrumentation*. Estados Unidos: CRC press. [clásica]

Olansen, J. B., y Rosow, E. (2001). *Virtual bio-instrumentation: biomedical, clinical, and healthcare applications in LabVIEW*. Estados Unidos: Pearson Education. [clásica]

X. PERFIL DEL DOCENTE

Grado académico:
Posee conocimientos afines a la unidad de aprendizaje de Instrumentacion Biomedica Basada en Computadora, preferentemente profesionista del área de bioingeniería, ingeniería electrónica, ingeniería biomédica, ingeniería biónica (u otra ingeniería a fin).
Experiencia:
Ha participado o participa en la elaboración de proyectos en instituciones públicas o privadas o se desempeña profesionalmente en el diseño y elaboración de proyectos.
Cuenta con experiencia docente mínima de dos años en el nivel de educación superior.
Cualidades:
Conoce la misión, visión y perfil de egreso del programa educativo Bioingeniero.
Domina los ambientes virtuales en apoyo al trabajo educativo e impulsa el uso de recursos electrónicos en los alumnos
Selecciona, elabora y desarrolla estrategias y secuencias de aprendizaje y evaluación para el logro de las competencias en los alumnos.
Se comunica de manera eficiente para coadyuvar con el logro de los objetivos de parte de los estudiantes.
Usa y maneja eficientemente los programas de simulación de circuitos electrónicos en sus versiones recientes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Inmunología

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 03 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Pedro Antonio Victoria Peralta	
Blanca Estrella Jiménez Urías	
Rubén César Villarreal Sánchez	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes De Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

El propósito de esta unidad de aprendizaje es proporcionar los fundamentos necesarios para comprender el funcionamiento del sistema inmune como mecanismo de defensa biológico a nivel celular y molecular, con el propósito de utilizar este conocimiento para abordar problemas biológicos diversos y de investigación biomédica, a través del debate teórico, el análisis y la experimentación. Se ubica en la etapa terminal con carácter optativo del programa educativo de Bioingeniero y contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Analizar el funcionamiento del sistema inmune como mecanismo de defensa biológico, mediante el estudio de las bases celulares y moleculares, para abordar problemas biológicos diversos relativos al área biomédica y de ingeniería de tejidos, con una actitud crítica y analítica.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora una lista de productos disponibles en el mercado con aprobación de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), y expone las ventajas y desventajas de su uso en la práctica clínica. La presentación se debe hacer con apoyo de medios audiovisuales y durante esta se evaluará el dominio del tema y el uso adecuado de los conceptos y terminología aprendida durante el curso.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. La inmunología

Competencia:
Analizar los conceptos básicos de Inmunología, mediante la descripción de los actores celulares y moleculares, para comprender su papel biológico y sus posibles aplicaciones biomédicas, con una actitud crítica y responsable.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Antígenos, conceptos generales y ejemplos
1.2. Anticuerpos, conceptos generales y ejemplos
1.3. Sistema del complemento
1.4. Células del sistema inmune, conceptos generales y definiciones

UNIDAD II. Antígenos y anticuerpos

Competencia:
Comparar las diferencias entre un antígeno, un inmunogeno, un hapteno y un conjugado, mediante el análisis de los factores que influencian su inmunogenicidad, para comprender la naturaleza de la posible respuesta inmune y la estructura de los diferentes anticuerpos que pueden producirse, con una actitud analítica.

Contenido: **Duración:** 2 horas

2.1. Definiciones
2.2. Factores que influencian la inmunogenicidad
2.3. Naturaleza química de los inmunogenos
2.4. Tipos de antígenos
2.5. Estructura de los anticuerpos

UNIDAD III. El sistema inmune innato vs adaptativo

Competencia:
Contrastar diferencias entre la respuesta de inmunidad innata y la adaptativa, para comprender sus implicaciones biológicas, mediante el análisis de elementos esenciales para preservar la salud, con una actitud crítica.

Contenido: **Duración:** 2 horas

3.1. Características de la respuesta inmune innata
3.2. Características de la respuesta inmune adaptativa

UNIDAD IV. Propiedades biológicas de las inmunoglobulinas

Competencia:
Analizar las características de la respuesta inmune adaptativa, comparando la respuesta inmune primaria vs la respuesta inmune secundaria, a través de curvas cinéticas, para comprender sus diferencias cuantitativas y cualitativas, así como sus diferentes propiedades biológicas de importancia biomédica, con objetividad y pensamiento crítico.

Contenido: **Duración:** 2 horas

4.1. Formación de anticuerpos
4.2. Respuesta inmune primaria y secundaria
4.3. Curvas cinéticas

UNIDAD V. Linfocitos T, B y el complejo principal de histocompatibilidad

Competencia:
Analizar los elementos celulares responsables de la respuesta inmune adaptativa, con el objeto de comprender la función que desempeñan estas células, mediante la identificación y cuantificación de estos componentes y sus marcadores de superficie, con responsabilidad y sentido ético.

Contenido: **Duración:** 2 horas

5.1. Maduración y activación de linfocitos T
5.2. Maduración y activación de linfocitos B
5.3. Papel del Complejo Principal de Histocompatibilidad

UNIDAD VI. Reacciones de hipersensibilidad

Competencia:
Clasificar los diferentes tipos de reacciones inmunes, para conocer el espectro de las posibles reacciones que se pueden presentar, mediante el análisis de sus manifestaciones clínicas y su relación temporal con la exposición al antígeno, con orden metodológico y responsabilidad.

Contenido: **Duración:** 2 horas

6.1. Clasificación inmunopatologica de Gell y Coombs
6.2. Mediadores inmunológicos y manifestaciones clínicas

UNIDAD VII. Técnicas de laboratorio de Inmunología

Competencia:
Detallar los principios en que se basan los métodos de laboratorio más utilizados en inmunología, mediante la descripción de los fundamentos que utilizan las tecnologías actuales, para analizar la detección de antígenos, anticuerpos y otros marcadores, con una visión integradora y crítica.

Contenido: **Duración:** 2 horas

7.1. Morfología celular por microscopia
7.2. Cuantificación celular relativa y absoluta
7.3. Métodos de aglutinación
7.4. Métodos de inmunodifusión radial simple
7.5. Métodos inmunoenzimáticos
7.6. Métodos automatizados

UNIDAD VIII. Ingeniería de tejidos

Competencia:
Analizar el reemplazo funcional de tejidos y órganos, mediante la descripción de su uso, su naturaleza, indicaciones y contraindicaciones, para diferenciar las diversas soluciones existentes en la actualidad en el área de Ingeniería de tejidos, con responsabilidad y ética.

Contenido: **Duración:** 2 horas

8.1. Materiales básicos
8.2. Células para ingeniería de tejidos
8.3. Tejidos en uso y sus aplicaciones clínicas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Reconocer las estructuras básicas de las células e identificar los principales tipos celulares presentes en sangre periférica, mediante la identificación de los elementos formes expuestos, para comprender y reconocer la morfología de estos elementos al microscopio de luz, mediante el pensamiento deductivo.	El docente expone las estructuras de las células apoyado en un banco digitalizado de imágenes. El alumno describe e identifica los elementos formes expuestos para realizar un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Computadora con PowerPoint.	4 horas
UNIDAD II				
2	Detallar las características de un antígeno, un inmunogeno, un hapteno y un conjugado, para reconocer sus diferentes estructuras, a través de los tipos de antígenos expuestos, con una actitud crítica.	El docente expone la información apoyado en un banco digitalizado de imágenes y material impreso. El alumno describe e identifica los tipos de antígenos expuestos para realizar un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Material impreso y computadora con PowerPoint	4 horas
UNIDAD III				
3	Examinar las diferencias entre la	El docente expone la información	Material impreso y computadora con PowerPoint	4 horas

	respuesta de inmunidad innata y la adaptativa, mediante el análisis de sus características en base a bibliografía, para preservar la salud, con una actitud colaborativa.	apoyado en material digital e impreso. El alumno describe e identifica las diferencias entre la respuesta de inmunidad innata y la adaptativa, para realizar un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.		
UNIDAD IV				
4	Analizar curvas cinéticas de formación de anticuerpos, así como de la depuración del antígeno de la circulación, para estudiar la respuesta inmune, mediante su correlación con los pasos involucrados en dicha respuesta, con una actitud analítica.	El docente expone gráficas de mediciones de antígenos y anticuerpos. El alumno analiza las gráficas expuestas y realiza un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Pizarrón y/o computadora con PowerPoint	4 horas
UNIDAD V				
5	Reconocer los elementos celulares de la respuesta inmune, mediante el análisis de los mismos, para comprender y reconocer la morfología de estos elementos, con pensamiento deductivo.	El docente expone la información apoyado en material digital e impreso. El alumno describe los elementos celulares, para realizar un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción,	Material impreso y computadora con PowerPoint	4 horas

		antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.		
UNIDAD VI				
6	Examinar los diferentes tipos de reacciones inmunes, mediante el análisis de los distintos tipos de las mismas, para especificar su impacto en la salud, con una actitud crítica.	El docente expone la información apoyado en material digital e impreso. El alumno describe los diferentes tipos de reacciones inmunes, para realizar un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Material impreso y computadora con PowerPoint	4 horas
UNIDAD VII				
7	Analizar los componentes de los diferentes métodos inmunológicos usados en los laboratorios de inmunología, mediante la descripción de la tecnología existente a nivel teórico, para identificar las técnicas experimentales desarrolladas en el laboratorio, con una actitud crítica y analítica.	El docente expone técnicas experimentales básicas de inmunología. El alumno: Analiza diversos métodos y tecnologías básicas aplicadas al laboratorio de inmunología y realiza un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias	Material impreso y computadora con PowerPoint	4 horas
UNIDAD VIII				

8	Examinar ejemplos de reemplazos funcionales, mediante el análisis de soluciones existentes en la actualidad, para analizar aplicaciones en ingeniería de tejidos, con pensamiento creativo e innovador.	El docente expone ejemplos de reemplazos funcionales. El alumno: Analiza soluciones existentes en la actualidad en el área de Ingeniería de tejidos y realiza un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias	Material impreso y computadora con PowerPoint	4 horas

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Analizar el proceso de formación de los elementos de la serie blanca y la diferenciación de la célula madre hematopoyética a serie linfoide, para conocer su morfología, mediante la utilización de técnicas de tinción y observación al microscopio, con pensamiento crítico.	El docente describe el proceso de la hematopoyesis mediante el análisis de imágenes de la formación de las diferentes estirpes celulares enfocando el estudio a la serie blanca en sangre periférica. El alumno analiza la información presentada por el docente, y desarrolla un reporte escrito que deberá incluir portada, fecha, marco teórico, procedimiento, resultados, bibliografía y conclusiones.	Proyector, laminillas y microscopios.	3 horas
2	Realizar la técnica de venopuncion, así como diversos frotis de sangre periférica, mediante su correcta realización siguiendo las normas de seguridad e higiene, para desarrollar las habilidades experimentales requeridas por esta técnica, con responsabilidad.	El docente expone los pasos a seguir involucrados en la técnica de venopunción. El alumno realiza la técnica de venopuncion y frotis de sangre periférica, mediante el uso de jeringas y portaobjetos para la elaboración de frotis y su observación bajo el microscopio, además de presentar un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Material de laboratorio para venopuncion, tinción y microscopio óptico.	3 horas
3	Realizar una cuenta diferencial de leucocitos para reportarlos porcentualmente, mediante el uso de microscopios y laminillas anteriormente teñidas, para	El docente expone el concepto de cuenta diferencial de leucocitos. El alumno realiza la cuenta diferencial de leucocitos en sangre periférica mediante el uso de microscopio y laminillas	Portaobjetos, tinción, microscopio.	3 horas

	mostrar cómo estos resultados llevan a diferentes tipos de padecimientos, con una actitud de trabajo colaborativo.	realizadas previamente para su observación y cuantificación. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.		
4	Realizar una cuenta total de leucocitos en sangre periférica, mediante una cuantificación de forma manual, para reconocer la relación entre patógenos, leucocitos y las reacciones en el cuerpo, con pensamiento crítico.	El docente expone la relación entre patógenos, leucocitos y las reacciones en el cuerpo El alumno realiza un recuento total de leucocitos mediante el uso de cámaras de Neubauer y microscopio de luz. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Cámara de Neubauer, microscopio, agitador, pipetas mecánicas.	3 horas
UNIDAD II				
5	Analizar los fundamentos para la determinación del grupo sanguíneo a partir de una muestra de sangre, para conocer las propiedades de los anticuerpos naturales, por medio del uso de anti-antisueros comerciales, con responsabilidad.	El docente expone los fundamentos para la determinación del grupo sanguíneo. El alumno determina el grupo sanguíneo ABO de las muestras obtenidas por venopuncion, mediante antisueros comerciales. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Pizarrón, tubos de ensaye, centrifuga, antisueros.	3 horas

6	Analizar los fundamentos para la determinación del factor Rh y prueba de Coombs, para comprender el mecanismo de acción de inmunoglobulinas frías y calientes, mediante la comprobación experimental de dicho mecanismo, con pensamiento analítico.	El docente expone los fundamentos para la determinación del factor Rh y prueba de Coombs. El alumno determina el factor Rh y realiza la prueba de Coombs, mediante el uso de una muestra de sangre y el uso de antisueros comerciales. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Pizarrón, tubos de ensaye, centrifuga, antisueros.	3 horas
UNIDAD III				
7	Analizar el fundamento teórico y práctico de una prueba de compatibilidad, para adquirir la habilidad de realizarla e interpretarla, mediante la implementación experimental de la misma, de forma colaborativa.	El docente expone los fundamentos de una prueba de compatibilidad. El alumno realiza pruebas de compatibilidad de acuerdo al método convencional en tubo de ensaye. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Pizarrón, tubos de ensaye, centrifuga, antisueros.	3 horas
UNIDAD IV				
8	Determinar la avidez y especificidad de antisueros conocidos, mediante la	El docente expone los pasos a seguir para determinar la avidez y especificidad de antisueros.	Pizarrón, tubos de ensaye, centrifuga, antisueros, células conocidas, pipetas,	3 horas

	evaluación e interpretación de estas características en los anticuerpos, para realizar controles de calidad, con una actitud responsable.	El alumno determina la avidez y especificidad de los antisueros comerciales comúnmente utilizados en el laboratorio de inmunohematologia. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	cronometro.	
9	Analizar el título de anticuerpos a partir de antisueros, mediante la determinación de su concentración, para considerar este parámetro en la investigación biológica, con actitud analítica.	El docente expone los pasos para determinar el título de anticuerpos. El alumno realiza la titulación de anticuerpos con el fin de que obtenga el conocimiento y la habilidad para realizar diluciones y determinar su concentración. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Pizarrón, tubos de ensaye, centrifuga, antisueros, células conocidas, pipetas.	3 horas
10	Aplicar la técnica de RID, para examinar un método de diagnóstico, mediante la cuantificación de inmunoglobulinas séricas, con responsabilidad y trabajo colaborativo.	El docente expone la técnica de RID. El alumno cuantifica inmunoglobulinas mediante el método de inmunodifusión radial simple. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Agar, pipetas.	3 horas
UNIDAD V				
11	Realizar la técnica de reacciones febriles, para evaluar la respuesta inmune de una forma	El docente expone la técnica de reacciones febriles. El alumno realiza la técnica de reacciones	Kit de antígenos febriles, placas de vidrio.	3 horas

	semicuantitativa, mediante la identificación de reacciones en el cuerpo por acción de patógenos identificados por medio de sueros comerciales, de una forma crítica y responsable.	febriles por aglutinación en placa mediante la utilización de muestras sanguíneas obtenidas por venopunción y de sueros comerciales. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.		
UNIDAD VII				
12	Analizar el fundamento de la inmunocaptura, para conocer un ejemplo de la aplicación en el inmunodiagnostico de enfermedades, mediante la determinación de anticuerpos anti-HAV, con pensamiento analítico.	El docente expone los fundamentos de la inmunocaptura. El alumno determina la presencia de anticuerpos anti-HAV por el método de análisis inmunoenzimatico a través de una muestra sanguínea obtenida para su estudio. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Kit para hepatitis A.	3 horas
13	Analizar el fundamento de la aglutinación pasiva, para la determinación cualitativa de anticuerpos de importancia clínica, mediante análisis de anticuerpos anti-Micoplasma, de forma responsable.	El docente expone los fundamentos de la aglutinación pasiva. El alumno determina la presencia de anticuerpos anti- Micoplasma por aglutinación pasiva. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Kit para Micoplasma pneumoniae.	3 horas
14	Analizar el tamizaje de drogas de abuso, mediante el método inmunoquímico de tipo cromatográfico, para proporcionar una guía de los procesos que aseguran la validez de los	El docente expone el concepto de tamizaje de drogas. El alumno determina la presencia de drogas de uso por método inmunoquímico de tipo cromatográfico, mediante cartuchos comerciales. Además presenta	Kit antidoping 5 parámetros	6 horas

	exámenes realizados, con responsabilidad.	un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.		
15	Inspeccionar contadores automatizados, mediante el análisis de sus fundamentos de operación, para comparar sus ventajas con respecto al método manual, con pensamiento crítico e innovador.	El docente presenta diversos contadores automatizados para su análisis. El alumno elabora una presentación acerca de las ventajas y desventajas de un equipo automatizado a elección. Además presenta un reporte escrito con las siguientes características: título, fecha, nombre, introducción, antecedentes, descripción del sistema, conclusiones y referencias.	Proyector Equipo audiovisual	3 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente) El sistema utilizado para la cátedra estimulara la participación activa del alumno en la construcción del conocimiento y el análisis de la información, para ayudarlo a desarrollar un pensamiento crítico y de auto aprendizaje. Se usaran frecuentemente ejemplos de la vida real, de las inquietudes de los estudiantes o de los últimos descubrimientos relacionados con la materia, para estimular el interés de los alumnos en la materia. El docente asesora las prácticas de laboratorio aso como la presentación del tema seleccionado al final del curso. Los reportes de los talleres y las prácticas de laboratorio serán considerados dentro de la evaluación, así como la presentación de un tema selecto relacionado con ingeniería de tejidos comerciales disponibles.

Estrategia de aprendizaje (alumno) El alumno será responsable de su propio aprendizaje asumiendo un papel participativo en las discusiones teóricas, las prácticas y los talleres, así como en otras actividades ordenadas y articuladas por el catedrático, incluyendo lecturas recomendadas de temas selectos; desarrollando la autonomía en la resolución de problemas o tareas, utilizando el acervo bibliográfico disponible en textos impresos o electrónicos como recurso útil para enriquecer su aprendizaje.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales ……50%
- Reportes de laboratorio y de los talleres……30%
- Evidencia de desempeño.....20%
- (Presentación de tema selecto de ingeniería de tejidos)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Abbas, A. K., Licitan, A. H., Pillai, S., Baker, D. L., y Baker, A. (2018). *Cellular and molecular immunology*. Philadelphia, Estados Unidos: Elsevier.

Owen, J. A., Punt, J., Stranford, S. A., Jones, P. P., y Kuby, J. (2013). *Kuby immunology*. New York, Estados Unidos: W.H. Freeman.

Regueiro, J. R. (2016). *Inmunología: Biología y patología del* sistema *inmunitario*. Madrid, España: Panamericana.

Complementarias

Burnet, F. M. (1976). *Genes, sueños y realidades*. México: Fondo del Cultura Económica.

Burnet, F. M. (1982). *La Entereza de vivir: Importancia de la* genética *en la vida humana*. México: Fondo de Cultura Económica.

Roitt, I. M., Rondinone, S., y Delves, P. J. (2014). *Inmunología:* Fundamentos. México: Panamericana.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título en el área químico-biológica (médico, biólogo, químico farmacobiólogo), preferentemente con experiencia profesional y docente mínima de 3 años, con una actitud incluyente que propicie la participación de todos los alumnos en las discusiones, los talleres y las prácticas de laboratorio, propiciando el debate teórico y el trabajo en equipo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Bioinformática

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 00 **HT:** 02 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 06

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Dante Alberto Magdaleno Moncayo	
Rafael Villa Angulo	
José Luis Becerra Buenrostro	
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

En este curso el alumno desarrollará la habilidad para buscar y analizar secuencias biológicas de ADN, ARN y Proteínas, a través de herramientas bioinformáticas para la búsqueda en bases de datos públicas, identificación y visualización de material genético asociado con fenotipos específicos, en un marco ético científico que resguarde la integridad de la información analizada.

La importancia de este curso está centrada en la capacidad que desarrollará el estudiante para aportar soluciones en problemas prácticos de asociación de genes con enfermedades, de análisis filogenéticos, genómica de poblaciones y metagenómica a través del desarrollo de algoritmos e implementación de herramientas bioinformáticas de libre acceso.

Esta asignatura pertenece a la etapa terminal con carácter de optativa, y corresponde al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Aplicar métodos de análisis bioinformático a secuencias de ácidos nucleicos y proteínas, utilizando herramientas bioinformáticas, para identificar genes relacionados con fenotipos, caracterizar y clasificar secuencias biológicas, análisis de genomas y metagenomas, con responsabilidad, pensamiento crítico y empatía.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Elabora y entrega un reporte con el análisis comparativo de secuencias de estructuras de ácidos nucleicos y proteínas, el cual debe integrar: análisis e interpretación de resultados. Cada ejercicio debe de contener: portada, marco teórico, planteamiento del problema, la metodología realizada, cálculos, resultados, conclusiones y bibliografía.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. La bioinformática

Competencia:
Identificar la aplicación de la bioinformática, a través del estudio de sus orígenes y evolución, para reconocer su importancia en la industria, con actitud analítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 6 horas

1.1 La Bioinformática
1.1 El campo de aplicación de la Bioinformática
1.2 La biología molecular y la bioinformática
1.3 Dogma central de la biología molecular
1.4 Estructura molecular de los genes y los cromosomas
1.2 Bases de datos públicas de información biológica
- 1.2.1 Bases de datos primarias y secundarias.
- 1.2.2 Base de datos NCBI (Centro Nacional de Información de Biotecnología, USA).
- 1.2.3 Base de datos Genbank.
- 1.2.4 Acceso a la Base de datos Protein Data Bank.
- 1.2.5 Plataformas de secuenciación de alto rendimiento

1.3 Revisión general del problema de análisis de secuencias biológicas
- 1.3.1 Alineación de cadenas por pares de nucleótidos
- 1.3.2 Programación dinámica
- 1.3.3 Alineación de secuencias múltiples
- 1.3.4 Matrices de escores para alineación
- 1.3.5 Software MEGA

UNIDAD II. El lenguaje de programación Python, Bash y la Bioinformática

Competencia:
Generar programas de análisis, a través de los lenguajes de programación Python y Bash, para generar programas de análisis de secuencias de información biológica, con actitud proactiva y colaborativa.

Contenido: **Duración:** 8 horas

2.1 Introducción al lenguaje de programación Python y Bash.
- 2.1.1 Aplicaciones de Phyton y Bash en la bioinformática.

2.2 Análisis de secuencias biológicas usando Phyton
- 2.2.1 Diseño e implementación de un programa para lectura de secuencias biológicas (ADN, ARN y proteínas).
- 2.2.2 Diseño e implementación de un programa para deducir la secuencia complementaria de una hebra de ADN.
- 2.2.3 Diseño e implementación de un programa para traducir una hebra de ADN.
- 2.2.4 Diseño e implementación del algoritmo de programación dinámica para alineamiento de dos cadenas de ADN.

2.3 Definición del problema de modelado familias de secuencias biológicas.

2.4 Tipos de modelos para familias biológicas.
- 2.4.1 Secuencias de consenso.
- 2.4.2 Expresiones regulares.
- 2.4.3 Logos de secuencias.
- 2.4.4 Matrices de scores de posición especificas (PSSM).
- 2.4.5 Modelos de Markov

UNIDAD III. El material genético codificante

Competencia:
Comparar secuencias de ácidos nucleicos y proteínas, por medio de algoritmos de alineamiento, para realizar análisis filogenéticos, con actitud crítica, creativa y de respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 6 horas

3.1 Estudio de las partes estructurales básicas del ADN codificante.
- 3.1.1 Codones de inicio y paro.
- 3.1.2 Definición de Reading Frame.
- 3.1.3 Definición de UTR (Untranslated region).
- 3.1.4 Definición de promotor.
- 3.1.5 Intrones y Exones.

3.2 Introducción a las proteínas.
- 3.2.1 Análisis del código genético.
- 3.2.2 Estructura de las proteínas.
- 3.2.3 Diagramas de Ramachandran.
- 3.2.4 Herramienta bioinformática Swiss PDB-Viewer.

3.3 Introducción al análisis filogenético y sus aplicaciones.
- 3.3.1 Procedimiento general para realizar análisis filogenéticos.

3.4 Paradigmas para generar arboles filogenéticos.
- 3.4.1 Métodos basados en Distancia.
- 3.4.2 Métodos basados en Máxima Parsimonia.
- 3.4.3 Métodos basados en Máxima Verosimilitud

3.5 Implementación del método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean).
3.6 Implementación del método Neighbor Joining.

UNIDAD IV. Tecnologías de secuenciación de ADN

Competencia:
Aplicar tecnologías de secuenciación masiva, para el ensamble de genomas y metagenomas y conocer la arquitectura cromosómica, por medio de algoritmos de ensambles de novo y referencia, con orden, disciplina y trabajo colaborativo.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4.1 Introducción a la genómica.
4.2 Estrategias se secuenciación de genomas completos.
- 4.2.1 Secuenciación Jerárquica.
- 4.2.1 Secuenciación por Shotgun.

4.3 Técnicas de ensamblado de genes y genomas.
- 4.3.1 Algoritmos de corrección de errores de secuenciación.
- 4.3.2 Conteo de K-mers.
- 4.3.3 Obtención del valor de K y estimación del tamaño de genomas.
- 4.3.4 Ensamble de novo
- 4.3.5 Ensamble por referencia

4.4 Metagenómica de amplicones y shotgun
4.5 Técnicas de anotación de genes y genomas.
4.6 Tecnologías de secuenciación de ADN
- 4.5.1 Método de secuenciación de Sanger y Maxsam-Gilbert.
- 4.5.2 Método de secuenciación de la segunda generación.
- 4.5.3 Método de secuenciación de la tercera generación.
- 4.5.4 Método de secuenciación de la cuarta generación.

UNIDAD V. Análisis bioinformáticos de genomas y metagenomas

Competencia:
Aplicar análisis bioinformáticos, a través de las herramientas R y MEGAN, para realizar estudios de asociación, de estructura genética y caracterización de genomas y metagenomas, con objetividad y disposición al trabajo equipo.

Contenido: **Duración:** 6 horas

5.1 Introducción a la herramienta R project.
- 5.1.1 Ambiente y lenguaje de programación en R.
- 5.1.2 Paqueterías de R para realizar análisis bioinformático.
- 5.1.3 Análisis bioinformáticos en R.

5.2 Introducción a la genómica de poblaciones.
5.3 Tecnologías de salida masiva para genómica de poblaciones
- 5.3.1 SNPchips para genotipificación de salida masiva.
- 5.3.2 Genchips para expresión genética.

5.4 Técnicas de Metagenómica.
- 5.4.1Software MEGAN

5.5 Proyecto final de bioinformática

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	identificar las características de las bases de datos biológicas, mediante la exploración de las bases de datos, para la búsqueda de secuencias de ácidos nucleicos y proteínas, con pensamiento analíticos y organizado.	Realiza búsqueda de ácidos nucleicos y proteínas ingresa a distintas bases de datos y explora los elementos que la integran (índices, subíndices, formatos de descarga, opciones de alineamiento). identifica elementos de para el diseño de plásmidos de expresión de proteínas recombinantes e identificación de elementos GTRACK para la edición de genomas. entrega mapa del plásmido, alineamientos de secuencias, con la información recabada.	Equipo de cómputo con acceso a internet. bases de datos, software	8 horas
UNIDAD II				
2	instalar lenguajes de programación, por medio de la línea de comandos, para generar programas y realizar el análisis de secuenciación, con actitud ordenada y analítica.	Descarga de internet las herramientas para programar en el lenguaje Python e implementar distinto programas para leer archivos con secuencias de ADN, deducir las cadenas	Equipo de cómputo con acceso a internet	8 horas

		complementarias, seleccionar codones y producir las proteínas correspondientes. Implementa distintas herramientas bioinformáticas para modelar múltiples secuencias. Las técnicas serán LOGOS, Modelos Escondidos de Markov, secuencias de consenso, y expresiones regulares. Entrega los scripts.		
UNIDAD III y IV				
3	identificar genes en genomas y metagenomas completos, y secuencias de proteínas y alineamientos de secuencias de ADN, por medio de lenguajes de Python y Bash, para conocer la sintenia y funcionalidad del genoma, y distancias evolutivas, con pensamiento crítico y proactivo.	Reconoce la sintenia y funcionalidad del genoma. El alumno descarga de una base de datos el genoma completo del virus del VIH. Posteriormente diseñará e implementará un programa en lenguaje Python para buscar todos los genes que tiene el genoma. Entrega el script del análisis de genomas.	Equipo de cómputo con acceso a Internet, así como las herramientas de programación para el lenguaje Python	4 horas
4		El alumno utiliza el software Swiss-Pdb-Viewer para modelar y analizar proteínas en forma tridimensional, así como validar su modelo con análisis de Ramachandran y entrega modelado tridimensional.	Equipo de cómputo con acceso a Internet, con el software Swiss-pbb-viewer instalado.	3 horas
5		Reconoce las distancias evolutivas por medio de alineamientos de secuencias de ácidos nucleicos y aminoácidos. Calcula distancias	Equipo de cómputo con una hoja de cálculo (como Excel) instalada.	3 horas

		evolutivas. Implementa los algoritmos UPGMS y Neighborg Joining generando distintos árboles filogenéticos. Entrega árbol filogenético con distancias evolutivas.		
UNIDAD V				
6	Identificar secuencias reguladoras cis y elementos trans en genomas procariotes y eucariotes, por medio de las herramientas Bioconductor de lenguaje R, para conocer la diferencia transcripcional entre las células procariotas y eucariotas, con actitud crítica y ordenada.	realiza procesamiento de secuencias de ADN y proteínas, aplicando la herramienta R. identifica los elementos reguladores cis y trans. identifica las diferencias de regulación entre las células procariotas y eucariotas. entrega análisis comparativo.	Equipo de cómputo con el software R instalado.	6 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Estrategia docente (enseñanza):
Exposición utilizando pizarrón y presentaciones electrónicas
Elaboración de los exámenes y cuestionarios de actividades para evaluar en el alumno la comprensión de los temas expuestos
Seleccionar las bases de datos públicas y elaborar los ejercicios prácticos comprendidos en las competencias
Realizar secciones de preguntas a los alumnos con las que se evaluara la comprensión de los temas expuestos
Formular un proyecto adecuado para los estudiantes, generar grupos de trabajo y ejecutar el proyecto.

Estrategia alumno (aprendizaje)
Lectura de temas en los libros de textos y artículos para elaboración de resúmenes
Participación objetiva, clara y con fundamento en los temas expuestos al grupo
Resolver los exámenes teóricos de conocimiento de los temas expuestos
Ejecución de los ejercicios prácticos
Ejecución del proyecto formulado por el maestro, y preparación de una exposición, a ser presentada al grupo, sobre el trabajo y resultados obtenidos del proyecto.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Evaluación continua:
2 exámenes parciales escritos ……..…..30 %
Ejercicios prácticos……..……..…….. 50 %
evidencia de desempeño…...……..…20 %
(Elabora y entrega un reporte con el análisis comparativo de secuencias de estructuras de ácidos nucleicos y proteínas, el cual debe integrar: análisis e interpretación de resultados. Cada ejercicio debe de contener: portada, marco teórico, planteamiento del problema, la metodología realizada, cálculos, resultados, conclusiones y bibliografía.)
total……...100%

Criterios de evaluación:

1. Los exámenes teóricos serán sobre los temas de las dos primeras competencias. Estos deberán ser contestados de forma individual y de forma clara y concisa
2. Los ejercicios prácticos consistirán en el acceso a una base de datos pública sobre información genérica y/o genómica. La obtención de información sobre secuencias biológicas de interés, y la aplicación de las herramientas algorítmicas necesarias para obtener el análisis requerido por el maestro
3. Los reportes deberán ser entregado una semana después de la asignación del ejercicio práctico y se evaluará tanto el contenido de la información como la redacción y claridad de la misma
4. La exposición final deberá ser presentada con proyector y se podrá utilizar sistemas multimedios para enriquecer la presentación

Criterios actitudinales: Colaboración equitativa, ética y de responsabilidad hacia el interior como al exterior del programa de curso.

IX. REFERENCIAS

Básicas

Bassi, S. (2017). *Python for Bioinformatics* (2ª ed.). Estados Unidos: CRC Press. ISBN: 9781138035263.

Brown, S.M. (2015). N*ext-Generation DNA Sequencing Informatics* (2ª ed.). Estados Unidos: CSHL Press. ISBN: 9781621821236.

Model, M. (2010). *Bioinformatics Programming Using Python*. Estados Unidos: O´reilly. ISBN: 9780596154509. [clásica]

Keith, J. M. (2017). *Bioinformatics Volume I: Data, Sequence Analysis, and Evolution* (2ª ed.) Estados Unidos: Springer. ISBN: 9781493966219.

Keith, J. M. (2017). *Bioinformatics Volume II: Structure, Function, and Applications*. (2ª ed.) Estados Unidos: Springer. ISBN: 9781493966110.

Naruya S. (2018). *Introduction to evolutionary genomics* (2ª ed.). Gran Bretaña: Springer. ISBN: 9783319926414.

Xuhua X. (2013*). Comparative Genomics*. Estados Unidos:Springer. ISBN: 9783642371455. [clásica]

Complementarias

Lodish, H., Arnold, B., Kaiser, C., Krieger, M., y Matthew, P. (2016). *Biología celular y molecular. Editorial Médica Panamericana* (7ª ed.).

Watson, J. D.; Baker T.; Bell S., Gann A., Levine M. y Losick, R. (2016). *Biología Molecular del gen. Editorial Médica Panamericana*.

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe contar con título de biología, biología computacional, bioinformática o áreas afines, con posgrado en bioinformática, ciencias genómicas o biología computacional.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Biosensores

5. **Clave**:

6. **HC:** 01 **HL:** 01 **HT:** 01 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 01 **CR:** 04

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	Firma
Margarita Stilianova Stoytcheva	
Roumen Koytchev Zlatev	
Aseneth Herrera Martìnez	
Fernando Amilcar Solís Domínguez	

Fecha: 30 de octubre de 2018

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	Firma
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Biosensores tiene como propósito que el estudiante aprenda y utilice los conceptos y principios que rigen a los métodos bioelectroanalíticos para su aplicación en el desarrollo de sensores y biosensores electroquímicos en áreas clínico-farmacéutica, alimentaría, control de procesos biotecnológicos y medioambiental, apoyándose en los avances recientes en campos de la bioelectroanalítica, biotecnología y electrónica, en combinación con tecnologías del uso nuevos materiales micro y nano estructurados. El curso es un acercamiento al área de los biosensores para aquellos que deseen dedicarse a la fabricación y desarrollo de biosensores en su desempeño profesional en ingeniería o a la investigación científica.

Esta unidad de aprendizaje de carácter optativo se encuentra ubicada en la etapa terminal correspondiente al área de Ingeniería Aplicada y Diseño.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Integrar los principios fisicoquímicos, biológicos y de transducción (transferencia) eléctrica de señales, mediante técnicas analíticas, químicas, enzimáticas y de control, para el desarrollo de dispositivos bioanalíticos y biosensores aplicados en problemas analíticos reales, con una actitud crítica e innovadora.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Propuesta por escrito y prototipo de biosensor electroquímico que resuelva una problemática real en el campo industrial o medioambiental. El escrito debe basarse en la aplicación del método científico (incluir, introducción, objetivo, hipótesis, materiales y métodos, resultados y discusión, así como conclusiones y referencias bibliográficas) mientras que el prototipo debe ser funcional.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Introducción a los sensores y biosensores.

Competencia:
Identificar tecnologías de biodetección, mediante el análisis del estado del arte y las direcciones futuras, para determinar las aplicaciones de los biosensores con una actitud analítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 2 horas

1.1. Teoría e historia del desarrollo de los sensores químicos y biosensores (S&B)
1.2. Definiciones, fundamentos y principios de funcionamiento
1.3. Elementos de biorreconocimiento molecular (ERM)
1.4. Clasificación: biosensores catalíticos y de afinidad
1.5. Transductores o Sensores Químicos
1.6. Recomendaciones de la IUPAC
    1.6.1. Clasificación y los criterios analíticos de rendimiento de los biosensores (parámetros de fiabilidad)
    1.6.2. Características deseables para S&B, miniaturización y campos de aplicaciones
    1.6.3. Condiciones operacionales, calibración, controles positivos y negativos

UNIDAD II. Introducción al electroanálisis en ciencias biológicas.

Competencia:
Interpretar las técnicas electroquímicas, mediante la discusión de los fundamentos básicos de potenciometría y voltimetría, para su aplicación en el campo de los sensores y biosensores electroquímicos, con una actitud crítica y reflexiva.

Contenido: **Duración:** 2 horas

2.1. Fundamento de diferentes técnicas electroquímicas para el desarrollo y funcionamiento de sensores y biosensores
2.2. Potenciometría: electrodos indicadores y electrodos de referencia
2.3. Voltametría
    2.3.1. Voltametría de barrido lineal
    2.3.2. Voltametría cíclica
    2.3.3. Voltametría diferencial de pulsos
    2.3.4. Voltametría de redisolución
    2.3.5. Instrumentación

UNIDAD III. Biosensores catalíticos.

Competencia:

Integrar los elementos de transducción, mediante el análisis de transferencia eléctrica entre componentes biológicos y sensores químicos, para aplicar distintas estrategias de modificación de superficies electrónicas basadas en la inmovilización de macromoléculas, con una actitud objetiva y disposición al trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 2 horas

3.1. Clasificación de las enzimas utilizadas en el desarrollo de biosensores enzimáticos
3.2. Biosensores para sustratos (analitos)
3.3. Biosensores para la detección de toxinas: inhibición enzimática
3.4. Estrategias de la modificación superficial e inmovilización
    3.4.1. Adsorción
    3.4.2. Encapsulación
    3.4.3. Enlace covalente

UNIDAD IV. Electrodos químicamente modificados y mediados electroquímicamente.

Competencia:
Distinguir las características analíticas de los sensores y biosensores, a través de la evaluación de estrategias de producción y comercialización, para establecer posibles aplicaciones, con una actitud innovadora y de trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 2 horas

4.1. Métodos de modificación de superficies electródicas
  4.1.1. Electrodos nanoestructurados
4.2. Mediadores electroquímicos
  4.2.1. Características del mediador electroquímico ideal
  4.2.2. Descripción de los mediadores más utilizados
  4.2.3. Ventajas de su utilización
  4.2.4. Significación de sistemas mediados
    4.2.4.1 eliminación o minimización de interferencias electroquímicas
4.3. Aplicaciones y comercialización de biosensores mediados

UNIDAD V. Biosensores de afinidad – Inmunosensores.

Competencia:
Integrar los principios de los inmunoensayos y la detección electroquímica, mediante el análisis de las reacciones, para establecer estrategias de detección antígeno-anticuerpo, con una actitud crítica y de trabajo en equipo.

Contenido: **Duración:** 2 horas

5.1. Inmunosensores
    5.1.1. Reacción antígeno-anticuerpo sobre superficies electródicas
5.2. Inmovilización de anticuerpos
5.3. Inmunoensayos electroquímicos
    5.3.1. Estrategias de detección
    5.3.2. Marcadores de inmunoensayos electroquímicos
5.4. Aplicaciones

UNIDAD VI. Biosensores de afinidad – Genosensores.

Competencia:
Fabricar un biosensor mediante el armado de sus diferentes componentes para su aplicación bioindustrial en la detección de compuestos bioactivos con una actitud analítica, crítica e innovadora.

Contenido: **Duración:** 2 horas

6.1. Comportamiento electroquímico del ADN
6.2. Inmovilización de ADN
6.3. Estrategias de detección
    6.3.1. Marcadores de genosensores electroquímicos
6.4. Aplicaciones de los genosensores

UNIDAD VII. Perspectivas de los sensores y biosensores en la bioanalítica.

Competencia:
Describir las tendencias del desarrollo de biosensores y evaluar la potencialidad de los biosensores, mediante la revisión de los avances metodológicos, para el control analítico de procesos en la industria biotecnológica, con una actitud reflexiva e innovadora.

Contenido: **Duración:** 2 horas

7.1. Arreglos de sensores
    7.1.1. Nariz y Lengua electrónica
7.2. Aplicación en control de bioprocesos
7.3. Comercialización

UNIDAD VIII. Estado del arte y perspectivas del uso de biosensores en México.

Competencia:
Valorar el estado del arte en México, a través del análisis e integración de datos y tecnologías, que permitan comprender la aplicación del desarrollo nacional de biosensores, con una actitud reflexiva y propositiva.

Contenido: **Duración:** 2 horas

8.1. Biosensores en México
8.2. Perspectivas del uso de biosensores en México

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Integrar tecnologías de biodetección, a través del análisis de elementos necesarios, para el control e instrumentación de procesos biotecnológicos, con una actitud reflexiva.	Identifica la aplicación de sensores y biosensores electroquímicos en la industria biotecnológica o agroalimentaria. Analiza conceptos relacionados con la bioingeniería de enzimas y biosensores. Genera y entrega un reporte escrito.	Libros, manuales recomendados y artículos científicos.	2 horas.
2	Analizar distintos problemas con impacto social y medioambiental, a través de la revisión de material y técnicas diversas, que permitan el monitoreo y control de contaminación, con una actitud crítica y de responsabilidad social.	Evalúa diferentes biosensores aplicados al monitoreo y control de la contaminación. Reporta por escrito información de los diferentes biosensores electroquímicos y su aplicación.	Libros, manuales recomendados y artículos científicos.	2 horas.
3	Resolver problemas biotecnológicos con impacto social, mediante el empleo de biosensores, para analizar y discutir el potencial de estos dispositivos biológicos, con una actitud reflexiva y responsabilidad social.	Aplica sensores y biosensores electroquímicos en el diagnóstico clínico. Analiza y discute información de vanguardia sobre biosensores usados en biomedicina. Realiza y entrega un ensayo escrito.	Biosensor electroquímico y bibliografía especializada en biosensores.	2 horas.
UNIDAD II				
4	Desarrollar una propuesta de biosensor que atienda problemas públicos, mediante el uso de técnicas especializadas, para la construcción de biosensores, con una actitud colaborativa.	Elabora un biosensor en micro y nano dimensiones y con materiales nanoparticulados. Analiza la información de bioingeniería de enzimas, ciencia de materiales y biosensores. Realiza y entrega un reporte	Materiales nanoparticulados, biosensor y bibliografìa especializada.	2 horas.

		escrito.		
UNIDAD III				
5	Analizar artículos científicos biotecnológicos, mediante la discusión de información, que permita elaborar propuestas de proyectos biotecnológicos sobre biosensores, con una actitud crítica.	En equipo seleccionen un conjunto de artículos de fuentes confiables, relacionados a la biotecnología y vinculado específicamente al tema elegido para elaborar una propuesta de proyecto, enseguida analicen y sinteticen la información con el fin de presentarlo ante el docente.	Libros, manuales recomendados y artículos científicos especializados.	4 horas.
UNIDAD VI				
6	Diseñar un biosensor, mediante la identificación de aplicaciones específicas de los mismos, para verificar el uso de los criterios de diseños claves, con una actitud reflexiva.	Elabora un diseño de biosensor. Analiza la información sobre los diferentes conceptos relacionados con la bioingeniería de enzimas y biosensores. Además, realiza y entrega por escrito una propuesta de diseño de biosensor.	Software de diseño (solidworks, autoCAD u otro), libros, manuales recomendados, artículos científicos.	4 horas.

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Determinar el comportamiento electroquímico de un sensor, mediante los parámetros electroquímicos necesarios, para el desarrollo de un método de cuantificación, con una actitud reflexiva y de trabajo en equipo.	Interpreta los fundamentos de las técnicas electroquímicas básicas para su posterior aplicación en el campo de biosensores. Realiza y genera un reporte de práctica escrito.	Potenciostato, pH-metro, electrodos, celda electroquímica, cristalería de laboratorio y reactivos diversos.	2 horas.
UNIDAD II				
2	Evaluar métodos electroquímicos de análisis, a través del empleo de sensores químicos e información, que permita la caracterización analítica de su funcionamiento, con una actitud crítica y de trabajo en equipo.	Aplica y registra el uso de un sensor químico en una multi-detección simultánea. Además, cuantifica por métodos electroquímicos distintos metales.	Potenciostato, electrodos, celda electroquímica, cristalería de laboratorio y reactivos.	2 horas.
3	Diseñar y construir un sensor amperométrico como sonda de oxígeno, empleando conocimientos prácticos de elaboración de estos dispositivos, que permitan resolver problemas de interés público, con una actitud creativa y empática.	Mide, registra y determina la demanda biológica de oxígeno. Evalúa la calidad del agua de muestras determinadas y determina el cumplimiento de los estándares de calidad del agua (10 mg O_2 L^{-1}). Genera y entrega por escrito un reporte de práctica.	Potenciostato, sonda de oxígeno, cristalería de laboratorio, reactivos y agua residual urbana reciente.	2 horas.
UNIDAD III				
4	Diseñar y construir un biosensor, utilizando distintas estrategias de modificación de superficies electrónicas basadas en la inmovilización de macromoléculas y empleando métodos	Aplica de un biosensor enzimático en la determinación de sustratos enzimáticos. Observa la transducción eléctrica entre componentes biológicos y sensores químicos. Discute las	Biosensor enzimático, sustrato de la enzima, cristalería de laboratorio, computadora, micropipetas y puntas para micropipeta.	2 horas.

	electroquímicos, para el estudio de la cinética enzimática, con una actitud creativa y de trabajo colaborativo.	bases moleculares para la utilización de las biomoléculas en el diseño de biosensores. Genera y entrega un reporte escrito de laboratorio.		
UNIDAD IV				
5	Diseñar y construir un biosensor, utilizando distintas estrategias de modificación de superficies electrónicas basadas en la inmovilización de macromoléculas, que permitan la detección de inhibidores enzimáticos “contaminantes medioambientales”, con actitud creativa.	Construye un biosensor enzimático para la detección de inhibidores enzimáticos–contaminantes del medio ambiente. Observa la transducción eléctrica entre componentes biológicos y sensores químicos y analiza las bases moleculares para la utilización de las biomoléculas en el diseño de biosensores.	Potenciostato, electrodos, celda electroquímica, cristalería de laboratorio y reactivos.	2 horas.
UNIDAD V				
6	Establecer distintas estrategias de modificación de superficies electrónicas, a través del empleo de técnicas y teorías de inmovilización de macromoléculas, para la construcción de un biosensor que detecte dopamina, con una actitud reflexiva y creativa.	Construye un “bananotrode” para la determinación de dopamina. Aplica tejidos vegetales como elementos de reconocimiento biológico en la construcción de biosensores. Genera y entrega por escrito un reporte.	Potenciostato, sonda de oxígeno, cristalería de laboratorio y reactivos.	2 horas.
UNIDAD VI				
7	Aplicar técnicas innovadoras en el desarrollo de biosensores, mediante el uso de técnicas de micro y nanotecnologías, para fabricar un nanobiosensor y mejorar el rendimiento de éste, con una actitud creativa.	Fabrica un biosensor nano estructurado y determina sus características analíticas. Establece estrategias de mejora de los parámetros de rendimiento de los biosensores. Realiza y entrega un reporte escrito.	Potenciostato, electrodos, celda electroquímica, nanomateriales, cristalería de laboratorio y reactivos.	2 horas.
UNIDAD				

VII				
8	Establecer la selección de biosensores, a través del uso de técnicas e información del funcionamiento y uso de los mismos, que permitan la evaluación de sus características analíticas, con una actitud crítica.	Desarrolla biosensores diversos (ópticos, piezoeléctricos, etc.). Evalúa las características analíticas de los biosensores y analiza las posibilidades de su aplicación práctica.	Espectrofotómetro, microbalanza de cristal de cuarzo, cristalería de laboratorio y reactivos químicos diversos.	2 horas.

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre:
El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno, a fin de establecer el clima propicio en el que el estudiante desarrolle capacidades creativas y potencialice habilidades técnicas de ingeniería a través del estudio de los conceptos básicos y principios bioelectroanalíticos.

Estrategia de enseñanza (docente)
En esta unidad de aprendizaje, el docente es un apoyo para el aprendizaje y utiliza teorías constructivistas, conductistas, ingenieriles y científicas proporcionando información necesaria para que el alumno logre la integración de los diversos temas a tratar durante el desarrollo de la materia, recomienda lecturas previas a cada tema, asigna actividades extraclase individuales y por equipo para reafirmar el conocimiento. Revisa las tareas y avances de propuestas de proyectos realizando observaciones pertinentes para que exista una retroalimentación y un desarrollo adecuado de dichas propuestas. Cuando se manejan conceptos nuevos en clase es conveniente que antes de finalizar esta se realice una mesa redonda o mesas de trabajo, donde los alumnos realicen una retroalimentación de la clase mediante la descripción de los conceptos y aplicación de estos.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
El estudiante toma notas del material vistos en clase, analiza y expone dudas o puntos de vista basándose en los temas tratados. Trabaja de manera individual y en equipo para organizar y efectuar propuestas de proyectos. Adicionalmente, el estudiante realiza búsquedas de información complementaria a lo visto en clase y analiza aplicaciones prácticas de los temas tratados. Participa de una manera crítica, cooperativa y respetuosa durante todo el semestre.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

- Evaluaciones parciales (2)…….45%
- Tareas, participaciones en clase: ……..20%
- Evidencia de desempeño.....35%
  (Prototipo de biosensor acompañado de trabajo escrito y presentación en power-point)

Total…….. 100%

IX. REFERENCIAS

Básicas

Cosnier, S. (2015). *Electrochemical Biosensors*. Taylor and Francis.

Nikolelis, D. P. y Nikoleli, G. P. (2018). *Nanotechnology and Biosensors*. Estados Unidos: Elsevier.

Pumera, M. (2013). *Nanomaterials for Electrochemical Sensing and Biosensing*. Taylor and Francis.

Skoog, D.A., Holler, E.J. y Crouch, S.R. (2015). *Principles of Instrumental Analysis* (7ª ed.). Cengage Learning.

Turner, A.P.F., Karube, I. y Wilson, G.S. (1987). *Biosensors. Fundamentals and applications*. Inglaterra: Oxford University Press. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Anthony_Turner2/publication/239151611_Biosensors_fundamentals_and_applications/links/5a92a7840f7e9ba4296e5bd7/Biosensors-fundamentals-and-applications.pdf [clásica]

Complementarias

Moretto, L. M. y Kalcher, K. (2014). *Environmantal analysis by Electrochemical Sensors and Biosensors*. Estados Unidos: Springer.

Palchetti, I., Hansen, P.D. y Barcelo, D. (2017). *Comprehensive Analytical Chemistry. Past, Present and Future Challenges of Biosensors and Bioanalytical Tools in Analytical Chemistry*. Estados Unidos: Elsevier.

Thevenot, D.R. et al. (2001). *Electrochemical Biosensors: recommended definitions and classification*. Biosensors and Bioelectronics. Recuperado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956566301001154 [clásica].

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer formación en Ingeniería, en Electroquímica y Biotecnología, Maestría o Doctorado en Ciencias o Ingeniería y experiencia profesional en el área de los Sensores y Biosensores Electroquímicos o áreas a fin. Además, debe manejar las tecnologías de la información, comunicarse efectivamente y facilitador de la colaboración. Ser una persona proactiva, innovadora, analítica, con un alto sentido de la ética y capaz de plantear soluciones metódicas a un problema dado, con vocación de servicio a la enseñanza.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica**: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.

2. **Programa Educativo:** Bioingeniero

3. **Plan de Estudios:**

4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Ingeniería Genética

5. **Clave**:

6. **HC:** 02 **HL:** 03 **HT:** 00 **HPC:** 00 **HCL:** 00 **HE:** 02 **CR:** 07

7. **Etapa de Formación a la que Pertenece**: Terminal

8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje**: Optativa

9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA	**Firma**
Claudia Mariana Gómez Gutiérrez	
Tatiana Nenetzen Olivares Bañuelos	

Vo.Bo. de Subdirectores de Unidades Académicas	**Firma**
Alejandro Mungaray Moctezuma	
Humberto Cervantes de Ávila	
María Cristina Castañón Bautista	

Fecha: 30 de octubre de 2018

II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje de Ingeniería Genética se encuentra dentro de la etapa terminal como asignatura optativa del programa educativo de Bioingeniero y contribuye al área de conocimiento de Ingeniería Aplicada y Diseño. El propósito del curso es que el estudiante tenga un enfoque integrado e interdisciplinario para aplicar los principios de la Biología Molecular en la manipulación de los ácidos nucleicos para aprovecharlo en la producción de biocatalizadores, biomateriales de importancia económica.

III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Comprender los conceptos básicos de la Ingeniería Genética, mediante la revisión de los métodos para el análisis de DNA, así como de las herramientas necesarias para la clonación de genes y la manipulación de ADN y la producción de organismos genéticamente modificados que sirvan en la resolución de problemas ambientales e industriales con responsabilidad social e innovación.

IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO

Proyecto de aplicación industrial que incluya los métodos y herramientas para la clonación y manipulación de ADN.
Bitácora con los reportes de laboratorio en el formato establecido.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

UNIDAD I. Ingeniería Genética

Competencia:
Asociar los procesos genéticos con la manipulación de los ácidos nucleicos mediante el estudio de las técnicas de biología molecular para identificar sus aplicaciones en el área de la Bioingeniería, con objetividad y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 7 horas

1.1. Obtención de ácidos nucleicos
- 1.1.1. Extracción de DNA
  - 1.1.1.1. Tejido animal
  - 1.1.1.2. Tejido vegetal
  - 1.1.1.3. Bacteriano
- 1.1.2. Extracción de RNA

1.2. Reacción en cadena de la polimeras (PCR)
- 1.2.1. Componentes que intervienen en la PCR
  - 1.2.1.1. Variantes de la PCR
  - 1.2.1.1.1. qPCR
  - 1.2.1.1.2. PCR múltiplex
  - 1.2.1.1.3. RT-PCR

1.3. Análisis de ácidos nucleicos
- 1.3.1. Electroforesis
- 1.3.2. Cuantificación
- 1.3.3. Secuenciación

UNIDAD II. Herramientas básicas de la ingeniería genética: enzimas de restricción, otras enzimas, vectores procarióticos y eucarióticos

Competencia:
Determinar las características de las herramientas básicas de la ingeniería genética, mediante la identificación de sus propiedades y aplicaciones, para establecer la utilidad de cada una de estas herramientas en la modificación del material genético con honestidad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 7 horas

2.1. Tecnología del DNA recombinante
- 2.1.1. Enzimas de restricción
- 2.1.2. Vectores
  - 2.1.2.1. Procarióticos
  - 2.1.2.2. Eucarióticos
- 2.1.3. Ligasas
- 2.1.4. Transformación, transfección y transducción

UNIDAD III. Estrategias y métodos para la identificación y clonación de genes específicos

Competencia:
Establecer una estrategia y método molecular, para la identificación y clonación de genes específicos, mediante la identificación y análisis de las técnicas moleculares actuales y el alcance de estas, con una actitud innovadora y de respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 8 horas

3.1. Uso de sustratos cromogénicos
3.2. Inactivación insersional
3.3. Pruebas de complementación y pruebas cis-trans
3.4. Otros métodos de selección
3.5. Sondas de ácidos nucleicos
3.6. Protocolos de PCR para la identificación de clonas
3.7. Pruebas de identificación inmunológicas

UNIDAD IV. Estrategias y métodos de clonación

Competencia:
Determinar el método de clonación adecuado, para la producción de biocatalizadores, mediante el análisis de las estrategias de clonación con orden, disciplina y respeto al medio ambiente.

Contenido: **Duración:** 6 horas

4. Clonación
   - 4.1. Clonación a partir de mRNA
   - 4.2. Clonación a partir de DNA genómico
   - 4.3. Estrategias de clonación avanzadas
     - 4.3.1. Síntesis y clonación de cDNA
     - 4.3.2. Expresión de moléculas de cDNA clonado
     - 4.3.3. Clonación de fragmentos grandes de DNA en vectores BAC y YAC

UNIDAD V. Organismos transgénicos y su uso potencial en la industria

Competencia:
Evaluar el uso potencial de los organismos transgénicos en la industria, mediante la identificación de sus características y el análisis de riesgo, para determinar la viabilidad de su liberación en medios controlados con responsabilidad y responsabilidad social.

Contenido: **Duración:** 4 horas

5.1. Plantas
- 5.1.1. Plásmidos Ti como vectores
- 5.1.2. Producción de plantas transgénicas

5.2. Animales
- 5.2.1. Producción de animales transgénicos
- 5.2.2. Aplicaciones de la tecnología de animales transgénicos

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO				
No. de Práctica	**Competencia**	**Descripción**	**Material de Apoyo**	**Duración**
UNIDAD I				
1	Extraer DNA de células animales, mediante la aplicación de técnicas de aislamiento, para obtener material genético cuantificable, con responsabilidad y colaboración en equipo.	Aísla DNA de una célula animal mediante el método que proponga el facilitador. Elabora un reporte con sus resultados.	Material básico de laboratorio (propipetas, tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas, etc.), amortiguador PBS, hielo, fenol, cloroformo, alcohol isoamílico, acetato de amonio, amortiguador Tris EDTA.	3 horas
2	Cuantificar DNA, para determinar la eficiencia en la extracción con el método utilizado, mediante métodos espectrofotométricos con una actitud crítica y objetiva en colaboración con su equipo de trabajo.	Cuantifica DNA aislado en la práctica uno mediante espectrofotometría a 260/280 nm. Elabora un reporte.	Material básico de laboratorio (propipetas, tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas, etc.), espectrofotómetro, soluciones amortiguadoras.	3 horas
3	Analizar integridad del DNA, mediante electroforesis con geles de agarosa, para evaluar la integridad del DNA aislado con integridad y responsabilidad.	Realiza una electroforesis con geles de agarosa, y analiza el resultado utilizando marcadores moleculares conocidos. Elabora un reporte con sus resultados.	Material básico de laboratorio (propipetas, tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, probetas, embudos, pizetas, vidrio de reloj espátulas, etc.), cámara de electroforesis, marcadores moleculares, soluciones amortiguadoras, fuente de poder.	3 horas
UNIDAD II				
3	Conocer y aplicar la metodología para la modificación genética nuclear de una planta, utilizando *Agrobacterium tumerfaciens* para la transferencia de DNA exógeno,	Prepara los reactivos necesarios para la transformación de la célula (primera parte). Cultiva *Agrobacterium tumerfaciens* en medio sólido	Plásmido pROK CRE, cepa de *A. tumerfaciens,* primers para la amplificación total o parcial por PCR del gen *ntpII*, campana de flujo laminar, autoclave,	19 horas

	con una actitud de respeto hacia los seres vivos y en colaboración con sus compañeros.	(segunda parte) Cultiva *Agrobacterium tumerfaciens* en medio sólido (tercera parte) Prepara a *Agrobacterium tumerfaciens* y realiza la modificación genética de la planta (cuarta parte) Transfiere los explantes al medio de selección (quinta parte)	potenciómetro, balanza analítica, agitadora orbital, incubadora, centrifuga, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, cajas petri).	
UNIDAD III				
4	Conocer y aplicar la metodología para la identificación de plantas modificadas genéticamente, mediante técnicas de PCR y electroforesis para evaluar la inserción de un transgén, con ética y responsabilidad social.	Utiliza los explantes de la sesión anterior y los coloca en un medio para la formación de raíces, realiza un PCR confirmatoria de la inserción del transgén, analiza los productos de PCR en gel de agarosa. Entrega un reporte con todos los resultados.	Campana de flujo laminar, autoclave, potenciómetro, balanza analítica, agitadora orbital, incubadora, centrifuga, material básico de laboratorio (tubos de ensayo, vasos de precipitados, pipetas, cajas petri), medios de cultivo,	20 horas

VII. MÉTODO DE TRABAJO

Encuadre: El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

Estrategia de enseñanza (docente)
Presentación, resolución y explicación de ejercicios tipo de cada unidad. Utilizar diversos recursos audiovisuales (videos, presentación de diapositivas) para optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje. Fomentar la participación del alumno mediante trabajo en equipo, exposiciones (grupales o individuales) y participación en clase. Favorecer el aprendizaje por comprensión, basado en un proceso reflexivo y de retroalimentación.

Estrategia de aprendizaje (alumno)
Investigación extraclase. Exposiciones (grupales e individuales). Participación en las prácticas de laboratorio.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

Criterios de evaluación

Los porcentajes que se presentan a continuación son con base a la calificación final.

- Evaluaciones parciales (2)…….…….. 30%
- Proyecto ...……..……..……..... 25%
- Evaluación de reporte de prácticas de laboratorio (obligatorio)……....45%

Total…….……....100%

Los reportes de las prácticas de laboratorio deben contener:

- Marco teórico
- Metodología experimental
- Resultados
- Discusión de resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones
- Referencias

IX. REFERENCIAS

Básicas

Berlatsky, N. (2013). *Genetic engineering*. Detroit, Estados Unidos: Greenhaven Press. [clásica]

Henneberg, S. (2017). *Genetic engineering*. New York, Estados Unidos: GreenhavenPublishing.

Hussain, W., Mahmood, T., Hussain, J., Ali, N., Shah, T., Qayyum, S., y Khan, I. (2019). CRISPR/Cas system: A game changing genome editing technology, to treat human genetic diseases. *Gene*, *685*, 70–75. https://doi.org/10.1016/j.gene.2018.10.072

Kurnaz, I. A. (2015). *Techniques in genetic engineering*. Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press.

Thompson, M. (2017). *Genetic engineering*. Philadelhia, Estados Unidos: Mason Crest.

White, B. A. (1997). *PCR cloning protocols: From molecular cloning to genetic engineering*. Estados Unidos: Humana Press. [clasica]

Xu, X., y Qi, L. S. (2018). A CRISPR–dCas Toolbox for Genetic Engineering and Synthetic Biology. *Journal of*

Complementarias

Karp, G. (2011). *Biología celular y molecular: conceptos y experimentos* (6ª ed.). Recuperado de https://ebookcentral.proquest.com [clasica]

National Center for Genetic Engineering and Biotechnology. (1996). *Biosafety guidelines in genetic engineering and biotechnology: For laboratory work*. Bangkok: National Center for Genetic Engineering and Biotechnology.

P Teixeira, A., & Fussenegger, M. (2019). Engineering mammalian cells for disease diagnosis and treatment. *Analytical Biotechnology*, *55*, 87–94. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2018.08.008

Schmid, R. D. (2003). *Pocket guide to biotechnology and genetic engineering*. Weinheim: Wiley-VCH. [clasica]

Molecular *Biology*. https://doi.org/10.1016/j.jmb.2018.06.037	

X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente que imparta esta asignatura debe presentar título en Licenciado en Ciencias Naturales y Exactas, o área afín, preferentemente con posgrado y experiencia en el área biológica y biotecnológica. Se sugiere experiencia laboral y docente de por lo menos dos años. El docente debe contar con facilidad de palabra, fomentar el estudio auto dirigido, facilitar el aprendizaje mediante diferentes técnicas y promover el proceso de pensamiento crítico de los estudiantes.

Anexo 4. Evaluación externa e interna del programa educativo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

EVALUACIÓN EXTERNA E INTERNA

DEL PROGRAMA EDUCATIVO

BIOINGENIERO

Facultad de Ingeniería, Mexicali

Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas

Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño, Ensenada

Mexicali, Baja California. Marzo de 2018.

PRESENTACIÓN

Atendiendo el artículo 212 del Estatuto General de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC, 2017) que a la letra dice: “Los planes de estudio se habrán de actualizar, modificar o reestructurar de manera periódica, utilizando los estudios y demás herramientas que la Universidad considere pertinentes” (p. 28), se ha realizado un esfuerzo colegiado por académicos de las diferentes Unidades Académicas de las Facultades de Ingenierías de la UABC con base a lineamientos metodológicos propuestos por la misma Universidad plasmados en la *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación o actualización de programa educativos de Licenciatura* (Serna y Castro, 2018), en donde se realizaron los estudios de evaluación externa e interna del programa educativo Bioingeniero que actualmente se imparte en tres de los campus de la Universidad: Facultad de Ingeniería, Mexicali; Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas; y Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada.

La evaluación del programa atendió a políticas educativas plasmadas en los siguientes referentes normativos:

- El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018,que establece entre sus estrategias, garantizar que los planes y programas de estudio sean pertinentes y contribuyan a que los estudiantes puedan avanzar exitosamente en su trayectoria educativa, al tiempo que desarrollen aprendizajes significativos y competencias que les sirvan a lo largo de la vida; establecer un sistema para el seguimiento de egresados del nivel medio superior y superior y realizar estudios de detección de necesidades de los sectores empleadores e impulsar la creación de licenciaturas y posgrados con pertinencia local, regional y nacional. (Poder Ejecutivo Nacional, 2013).
- El Plan Sectorial de Educación 2013-2018, que establece en su estrategia 2.5. Fortalecer la pertinencia de la capacitación para el trabajo, la educación media superior y la educación superior para responder a los requerimientos del país, con base a las siguientes acciones: Promover la diversidad de la oferta educativa para

que ésta sea pertinente a los distintos requerimientos sociales, ambientales y productivos; fortalecer la cooperación educación-empresa para favorecer la actualización de planes y programas de estudio, la empleabilidad de los jóvenes y la innovación; realizar periódicamente estudios, diagnósticos y prospectivas del mercado laboral para orientar la oferta educativa y crear un sistema de seguimiento de egresados para brindar información sobre las áreas de oportunidad laboral en los ámbitos nacional y regional. (SEP, 2013).

- El Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019 de la Universidad Autónoma de Baja California, que establece estrategias puntuales encaminadas a realizar estudios para la identificación de áreas de oportunidad en la formación de profesionales que requiere la entidad; reforzar y ampliar los mecanismos de comunicación y colaboración con grupos de interés de la Universidad, con el objetivo de identificar con oportunidad áreas de formación de profesionales y utilizar sistemáticamente la información obtenida en los procesos de diseño y actualización de planes y programas de estudio; fomentar la creación de nuevas opciones educativas orientadas a la formación de profesionales en áreas estratégicas para el avance social, económico y cultural de Baja California, con un enfoque de desarrollo sustentable local y global; evaluar la pertinencia y grado de actualización de cada uno de los Programas Educativos que actualmente ofrece la Universidad, tomando en consideración las tendencias internacionales de la formación universitaria, las necesidades del desarrollo de la entidad, la evolución del mundo laboral, de las profesiones y ocupaciones y, en su caso, de las vocaciones productivas del estado y realizar las adecuaciones requeridas que aseguren la pertinencia de los programas; incentivar la participación de actores externos de interés para la UABC, en el diseño y actualización de los Programas Educativos y dar un nuevo impulso y apoyar los trabajos de innovación curricular que coadyuven al fortalecimiento de la pertinencia y calidad de los planes y programas de estudio. (UABC, 2015).

Con este marco de referencia se construyó una evaluación externa e interna del Programa Educativo vigente a partir de estudios de pertinencia social, de referentes disciplinarios y de la profesión y con base a la revisión y análisis de su administración y

operación en los contextos regional, nacional e internacional, identificando propuestas de mejora y correctivas a su funcionalidad; por lo tanto, los resultados constituyeron la base, sustento y fundamentación para las propuestas puntuales de modificación o actualización del Programa Educativo de Bioingeniería.

ÍNDICE

Introducción 1212
1. Origen del Programa Educativo de Bioingeniería 1216
2. Antecedentes del Plan de Estudios Vigente 1217
3. Evaluación externa del programa educativo 1219
3.1 Estudio de pertinencia social 1219
3.1.1 Análisis de necesidades sociales 1219
3.1.2 Análisis de Mercado Laboral 1236
3.1.3 Estudio de egresados 1256
3.1.4 Análisis de oferta y demanda 1272
3.2 Estudio de referentes. 1284
3.2.1 Análisis prospectivo de la disciplina. 1284
3.2.2 Análisis de la profesión. 1294
3.2.3 Análisis comparativo de programas educativos. 1304
3.2.4 Análisis de referentes nacionales e internacionales 1311
4.1 Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo. 1325
4.2 Evaluación del currículo específico y genérico. 1343
4.3 Evaluación del tránsito de los estudiantes por el Programa Educativo. 1366
4.4 Evaluación del personal académico, la infraestructura y los servicios. 1387
5. Fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora del Programa Educativo evaluado 1407
6. Propuestas y recomendaciones para la modificación o actualización del programa educativo. 1422
Resumen Ejecutivo 1424
Referencias 1427
Anexos 1432

Introducción

Localizada en la zona noroeste del país, Baja California es una de las 32 entidades federativas que conforman la organización territorial de México. El crecimiento en los ámbitos económicos y culturales, ha generado una demanda en las ofertas educativas de las instituciones de educación superior en la entidad. Además, la relación que existe entre Baja California y su par el estado de California en Estados Unidos, ha sido un aspecto que ha generado la industrialización de la frontera; ubicando a las capacidades tecnológicas y de ingeniería como un punto fundamental para la atracción, mantenencia o creación de las capacidades industriales del Estado.

Con la finalidad de responder a las necesidades de los contextos regionales, nacionales e internacionales, lo que a su vez promueve el desarrollo de la zona, la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) oferta, entre sus programas de ingeniería, el Programa Educativo de Bioingeniería a partir del ciclo escolar 2009-2. Con lo que atiende las necesidades de ingenieros para las industrias de fabricación de dispositivos médicos, biotecnología y servicios de salud. A las que el Gobierno del Estado considera estratégicas, e intenta atraer, hacer crecer y consolidar en la región por ser industria de alta tecnología.

Coincidente con lo anterior, la política institucional de la UABC ha buscado responder a la evolución del entorno a través de la oferta de programas educativos que se identifiquen por su calidad, creatividad e innovación, formando egresados de excelencia que contribuyan al desarrollo regional y nacional al insertarse en el campo profesional (Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019).

El Programa Educativo de Bioingeniería debe atender las necesidades sociales y económicas de la región, a través de los fundamentos plasmados en el Modelo Educativo 2013, el cual establece un sustento filosófico, pedagógico, humanístico y constructivista para la educación a lo largo de la vida. En este modelo, el alumno se mantiene como elemento central y pretende desarrollar competencias profesionales a

través de una estructura curricular flexible y un sistema de créditos que permiten apoyar la formación integral (Modelo Educativo 2013).

Bajo este argumento, y siguiendo lo reglamentado en el Estatuto Escolar (capítulo octavo, artículos 150 y 151) referente al propósito de mantener o elevar la buena calidad de los programas de estudio, las diversas facultades de la UABC que ofertan Bioingeniería evaluaron la pertinencia del Programa Educativo Plan 2009-2, permitiendo identificar las problemáticas que afectan al desarrollo de la profesión; las tendencias que se presentan en el ámbito de la Bioingeniería en los diferentes contextos y las competencias requeridas en el campo profesional. Para proceder justamente apegados al Estatuto Escolar de la UABC, Título Quinto, Capítulo primero, según Artículos 112 a 132, que establecen los lineamientos para el desarrollo de una propuesta de modificación de un Programa Educativo. Alentados especialmente por el artículo 114 que mandata elevar la calidad académica de los servicios existentes, y en observancia del artículo 121 que establece que las modificaciones a los planes de estudios vigentes se regirán por el procedimiento establecido en el Estatuto General.

En este documento se presenta la evaluación interna y externa del Programa Educativo de Bioingeniería, junto a los análisis que permitirá valorar si el Programa Educativo es pertinente, y su situación de actualización o modificación. En los apartados subsecuentes se muestra la descripción de los antecedentes que orientan la propuesta curricular junto con las necesidades identificadas del sector social y productivo, así como el análisis que experimenta la oferta educativa en el área de la Bioingeniería, tanto en el contexto nacional e internacional, además de los resultados obtenidos de las diversas encuestas y evaluaciones sobre el plan de estudios. Finalmente, se presentan un análisis de fortalezas y debilidades, seguido de las referencias bibliográficas y los Anexos, donde se incluyen las encuestas aplicadas a egresados y empleadores para el presente diagnóstico del Programa Educativo.

Con base al análisis de los resultados de los estudios realizados al Programa Educativo de Bioingeniería Plan 2009-2, y presentados más adelante en este

documento, existen diversos aspectos que demandan la modificación del Plan de Estudios. Tales como: la necesidad de incluir nuevas competencias en el perfil de egreso que dé respuesta a nuevas necesidades del campo laboral; agregar unidades de aprendizaje obligatorias que consideran las necesidades y demandas de alumnos y empleadores, así como el avance de la profesión; reorganizar la secuencia y seriación del mapa curricular apoyados en las etapas de formación para la coexistencia de tres áreas de especialidad: de Ingeniería Biomédica, de Biotecnología, y la de Manufactura y calidad; Así como cumplir recomendaciones de CIEES con miras a una cultura de internacionalización.

La bioingeniería es una rama relativamente nueva que surge de la aplicación de los conocimientos científicos y de la ingeniería en la solución a problemas en el área de la medicina y de la biotecnología. Existe una justificada demanda regional externa para continuar con un programa de licenciatura en bioingeniería, además de que es uno de los pocos programas de este tipo que existen en el país.

Ya desde sus inicios, en el Estudio de Factibilidad para la creación del Programa Educativo de Bioingeniería realizado durante el año 2008, y que concluyó con la creación del plan de estudios vigente (2009-2) que estamos evaluando, se destacaron varias conclusiones y recomendaciones que aun ahora son válidas para el tiempo presente, y que mencionamos a continuación:

- Existía una demanda real de Bioingeniería, misma que se incrementa considerablemente en la medida que se vaya complejizando los procesos productivos tal como está ocurriendo en Baja California.
- En Baja California no existía oferta educativa de nivel superior en el área de la Bioingeniería, a pesar de que existe presencia de empresas nacionales e internacionales con aplicaciones de Biotecnología y Bioingeniería.
- Los sectores productivo y gubernamental, así como algunos organismos no gubernamentales consideraban que Baja California, por su posición estratégica con los Estados Unidos, contaba con las condiciones necesarias para instalar nuevas empresas que desarrollan aplicaciones en bioingeniería, nanotecnología y

biotecnología, por lo que la formación de los recursos humanos en ciencia y tecnología eran determinantes.

- La viabilidad de la apertura del PE de Bioingeniería en términos de la dinámica de este sector económico, presentaban condiciones favorables en los municipios de Tijuana, Mexicali y Ensenada, por lo que podía ser viable su apertura en los tres campus de la UABC.
- Establecer los mecanismos necesarios para despertar en el estudiante el gusto por la investigación básica y aplicada, ya que sólo así se logrará la transición de las actividades de manufactura hacia las relacionadas con Investigación y Desarrollo.
- Formar Bioingenieros con bases amplias y sólidas, y no en áreas muy especializadas, de tal manera que el egresado pueda adaptarse mejor al cambiante mercado laboral.

Por otro lado, a partir de los recientes estudios y evaluaciones realizadas durante el año 2017, se han determinado una serie de propuestas y recomendaciones para considerar una modificación adecuada del plan de estudios, y que se presentan al final del presente documento. Dentro de las secciones trabajadas se enlista una serie de fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora. Es necesario terminar de consolidar el planteamiento inicial del Programa Educativo de Bioingeniería para que se mantenga vigente y de buena calidad.

1. ORIGEN DEL PROGRAMA EDUCATIVO DE BIOINGENIERÍA

La Universidad Autónoma de Baja California ha establecido como compromiso principal a la sociedad el favorecer el desarrollo integral y formar profesionistas que contribuyan al desarrollo científico, tecnológico y social que demande el país. Por el año de 2007, la Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Baja California presenta en su programa de impulso a las capacidades emprendedoras, productivas y tecnológicas de la región, el desarrollo del cluster de Productos Médicos y de Biotecnología, pues los considera como industria estratégica de alta tecnología para el desarrollo económico de la región.

Siendo precisamente la búsqueda por mejorar la relación entre el nivel de preparación de los recursos humanos y el perfil tecnológico de las empresas, que la UABC pretende diversificar la oferta educativa en el área de ingeniería y tecnología, específicamente con el Programa Educativo de Bioingeniería en el Estado. La UABC tiene a bien solicitar a un grupo de consultores la elaboración del estudio de viabilidad del Programa Educativo de Bioingeniería, realizado en los meses de marzo, abril y mayo de 2008, (Estudio de Factibilidad del Programa Educativo de Bioingeniería, Tijuana, Baja California, mayo de 2008).

Debido a la demanda de profesionales de Bioingeniería, resultó inminente la necesidad del desarrollo de un plan de estudios que lo concediera. Esta nueva oferta educativa en Bioingeniería fue uno de los productos de los alcances del Plan de Desarrollo Institucional 2007-2010. Donde la UABC refrendó su compromiso de continuar con los esfuerzos tendientes a generar oportunidades de formación en condiciones de equidad.

2. ANTECEDENTES DEL PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE

Para dar atención a las problemáticas identificadas en el estudio de factibilidad, la autoridad en su momento convocó a los académicos relacionados con el área de Bioingeniería de los tres campus principales. Por parte de Mexicali a los profesores Dr. Marco Antonio Reyna Carranza, Dr. Miguel E. Bravo Zanoguera y el Dr. Roberto López Avitia, por parte de Tijuana al M.C. José Jaime Esqueda Elizondo y la Q.I. Carmen Jáuregui Romo, así como por parte de Ensenada los profesores Dr. Oscar Roberto López Bonilla y la Dra. Graciela Guerra Rivas. Con este grupo de trabajo se desarrolló la misión del PE de Bioingeniería, en la que se establecen los siguientes objetivos:

- Preparar profesionistas de calidad global en dos grandes especialidades de la bioingeniería como son la Ingeniería Biomédica y la Biotecnología, y
- Trabajar a la par principios, valores y motivaciones en los estudiantes para coadyuvar a su integración como profesionistas útiles y comprometidos con la sociedad.

El diseño del PE de bioingeniería se realizó atendiendo íntegramente el modelo educativo de las UABC, desarrollando el perfil de ingreso, el perfil de egreso, el campo ocupacional y las unidades de aprendizaje que integran a cada una de las tres etapas que conforman el ciclo de formación profesional, para conformar al profesional en el área de ingeniería biomédica y biotecnología, competente para resolver las problemáticas identificadas y reportadas en el estudio de factibilidad.

El 20 de febrero de 2009 fue aprobada por El Consejo Universitario la creación del Programa Educativo de Bioingeniería. El registro de dicho programa ante la Secretaría de Educación Pública, Dirección General de Profesiones, se realizó el 12 de marzo de 2013. Conservando hasta la fecha el nombre del programa sin ningún cambio. El Programa Educativo de Bioingeniería es un programa homologado, con sede de impartición en los campus de Mexicali, Ensenada y Valle de las Palmas en la modalidad escolarizada y Clave DGP: 563310. Cuenta con los documentos de aprobación y registro necesarios para poder operar de manera legal.

Actualmente el PE de Bioingeniería cuenta con la acreditación nacional de los CIEES como programas de calidad en los campi de Ensenada, Mexicali y Valle de las Palmas, obtenidas los años de 2015, 2016 y 2017 respectivamente. La población estudiantil del programa, en el periodo escolar 2017-2, era de 233 alumnos en Mexicali, 155 en Valle de las Palmas, y 180 en Ensenada (CSEGE: Estadística poblacional, periodo escolar 2017-2)[1].

[1] http://csege.uabc.mx/documents/10845/38024/Poblaci%C3%B3n%20Estudiantil%202017-2).

3. EVALUACIÓN EXTERNA DEL PROGRAMA EDUCATIVO

3.1 Estudio de pertinencia social

3.1.1 Análisis de necesidades sociales

Introducción

Bioingeniería es un campo muy amplio con variadas opciones de empleo tanto en la industria, la academia, el gobierno y otros sectores, cuya praxis contribuye directamente a la salud humana y el bienestar social. Una de las prioridades en el mundo actual es el cuidado de la salud, ya que es un tema de preocupación en todos los ámbitos, desde el internacional hasta el regional. En sociedades desarrolladas económicamente, se cree que la mejora en los servicios de salud y la calidad de vida depende de los avances que se logren en bioingeniería y biotecnología (Guruprasad M, 2008).

Como ejemplo de ocupaciones, en el área de servicios médicos existen personas dedicadas a la mejora en la prestación de servicios más oportunos y eficaces; en el área de la bioinstrumentación existen investigadores dedicados al desarrollo de instrumentos de diagnóstico y tratamiento médico más exactos y no invasivos; y en el área industrial existen empresas dedicadas a la manufactura de dispositivos médicos de diferentes tipos de alta calidad, donde un dispositivo médico puede ser desde una simple gasa hasta un sistema de diagnóstico o tratamiento médico. Además, el profesional de bioingeniería también se emplea en la industria de biotecnología, principalmente en los sectores de medicamentos, alimentos y medio-ambiental.

Bajo este panorama surge la necesidad de contar con profesionistas que cuenten con un perfil multidisciplinario y que dominen las áreas de ingeniería, biología y medicina, para que ofrezca soluciones de forma integral. La UABC ya ofrece este tipo de perfil desde el año 2009 con el Programa Educativo de Bioingeniería. Y aunque

desde hace tiempo se ofertan otros programas de ingeniería tradicionales en diferentes instituciones educativas internacionales y nacionales, programas educativos como Ingeniería Biomédica, Ingeniería Bioquímica e Ingeniería en Biotecnología, por mencionar algunos, sin embargo, estos otros programas tienen perfiles de egreso muy específicos que cubren únicamente una parte de las necesidades que pudieran presentarse en una empresa dedicada al área de la salud o de productos médicos. Por lo que se manifiesta la necesidad de generar un perfil profesional más amplio que tenga conocimientos en cada una de las áreas mencionadas.

Específicamente en la zona fronteriza de la Baja California con Estados Unidos, existe un clúster de productos médicos conformado por más de 70 empresas dedicadas a la manufactura de dispositivos médicos (Clúster de Productos Médicos de las Californias, 2013) y que requieren de personal plenamente capacitado, además de una gran cantidad de hospitales y clínicas de servicios médicos que requieren de profesionistas que los asesoren en la adquisición e instalación de equipo médico y gestión de ingeniería clínica; ante esta necesidad fue creado el plan de estudios de Bioingeniería en la UABC.

El plan de estudios vigente del PE de Bioingeniería es un programa homologado entre los campus de Mexicali, Ensenada y Valle de las Palmas y como parte del análisis de necesidades sociales es importante desglosar el contexto social de cada uno de los campus y ciudades correspondientes de la FIM, FIAD y de la ECITEC, a fin de poder evaluar el análisis de necesidades sociales de cada uno de los programas. Es importante remarcar que en ámbito nacional y regional, a pesar de la necesidad existente, solo se oferta Bioingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California.

Como parte del análisis de necesidades sociales se plantearon las características del contexto regional, nacional e internacional en el que se inscribe el PE de Bioingeniería ofertado en los tres campus de la UABC, así como las necesidades y problemáticas sociales que atiende el PE en conjunto con los egresados y la prospectiva de las mismas.

Metodología

Se presenta, a través de una investigación documental, la situación regional, nacional e internacional en la que se inscribe el Programa Educativo de Bioingeniería para comprender las necesidades y problemáticas sociales que deben de atender los egresados del programa. Se averigua la existencia de centros de investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito de la bioingeniería que se han creado recientemente, especialmente en la región de Estados Unidos y de Europa.

Las características del contexto regional en el que se inscribe el PE de Bioingeniería ofertado en los tres campus de la UABC, es indagado a través de las plataformas del Gobierno de BC, así como de la UABC. Se busca en la base de documentos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre el desarrollo de nuevas tecnologías para atención médica y servicios de salud.

En el organismo del gobierno federal ProMéxico, se descubre sobre las estrategias internacionales de los sectores de la industria de Biotecnología y de Dispositivos Médicos del país. Así como información en las diversas publicaciones del Centro de Estudios de Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. Se estudian documentos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), así como los del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) y del programa sectorial de salud.

Resultados

Ámbito internacional. En años recientes la Bioingeniería ha tomado auge en los ámbitos internacional, nacional, regional y local debido a la gran cantidad de soluciones que ofrece en el área de la salud, por ejemplo, proporciona alternativas de bioinstrumentación, rehabilitación, diagnóstico y tratamiento médico. Por mencionar un par de ejemplos en diciembre de 2000 se crea en Estados Unidos el Instituto Nacional de Imagen Biomédica y Bioingeniería con el fin de mejorar el impacto de estas disciplinas en la salud y el bienestar de las personas en todo el mundo (Hendee, 2002)

y en el 2005 se crea el instituto de Bioingeniería de Cataluña un centro de investigación que tiene como objetivo servir como referente en el ámbito de la Bioingeniería y aplicaciones médicas (Health Universität de Barcelona).

El Programa Educativo de Bioingeniería ofrece un perfil de egreso ingenieril en torno al área biomédica/biotecnológica, respecto al perfil biomédico obedece a la creciente necesidad de contar con profesionales dedicados al sector clínico-biomédico.

En este sentido, los avances en la Ingeniería Biomédica se basan en el desarrollo de nuevas tecnologías entre las cuales se pueden mencionar; tecnologías para realizar diagnósticos, monitoreo de señales de paciente, establecer políticas de prevención, mejora de condiciones en infraestructura, así como la mejora en la calidad de vida de pacientes a través de tecnologías (Verdonck, 2008).

A nivel global la organización mundial de la salud (OMS) reconoce la dependencia tecnológica en los programas del sector salud como herramientas indispensables para prevenir, diagnosticar, tratar y rehabilitar con eficacia y eficiencia a fin de lograr los objetivos de desarrollo relacionados con la salud. Por ello, desde el año 2007 la OMS ha promovido políticas para expandir el área de expertos en tecnologías de la salud con particular interés en dispositivos médicos (Organización Mundial de la Salud, 2012), adicionalmente emitió recomendaciones a los países miembros (World Health Organization, 2012):

a) Formular sistemas de gestión y evaluación de tecnologías sanitarias y en particular de los dispositivos médicos
b) Elaborar directrices para reglamentar las prácticas adecuadas de equipo, así como las normas para uso y fabricación de dispositivos médicos que garanticen su calidad, seguridad y eficacia.

Como ya se mencionó anteriormente, los egresados del Programa Educativo de Bioingeniería obtienen también una serie de competencias profesionales que le permiten desempeñarse en el área Biotecnológica, esta es una actividad

multidisciplinaria cuyo sustento es el conocimiento de frontera generado en diversas disciplinas: biología molecular, ingeniería bioquímica, microbiología, inmunología, bioquímica, genómica, bioinformática, entre otras.

A nivel mundial la industria de la Biotecnología que ha ido creciendo hasta alcanzar un valor de 307 miles de millones de dólares (mmd) en 2015 y se espera un incremento anual sostenido de 2.2% 9 (ver tabla 1), generalmente las empresas biotecnológicas de organizan en clústeres de innovación definidos como concentración de empresas interconectadas, establecidos en un área geográfica (Trejo, 2010, PROMEXICO, 2016).

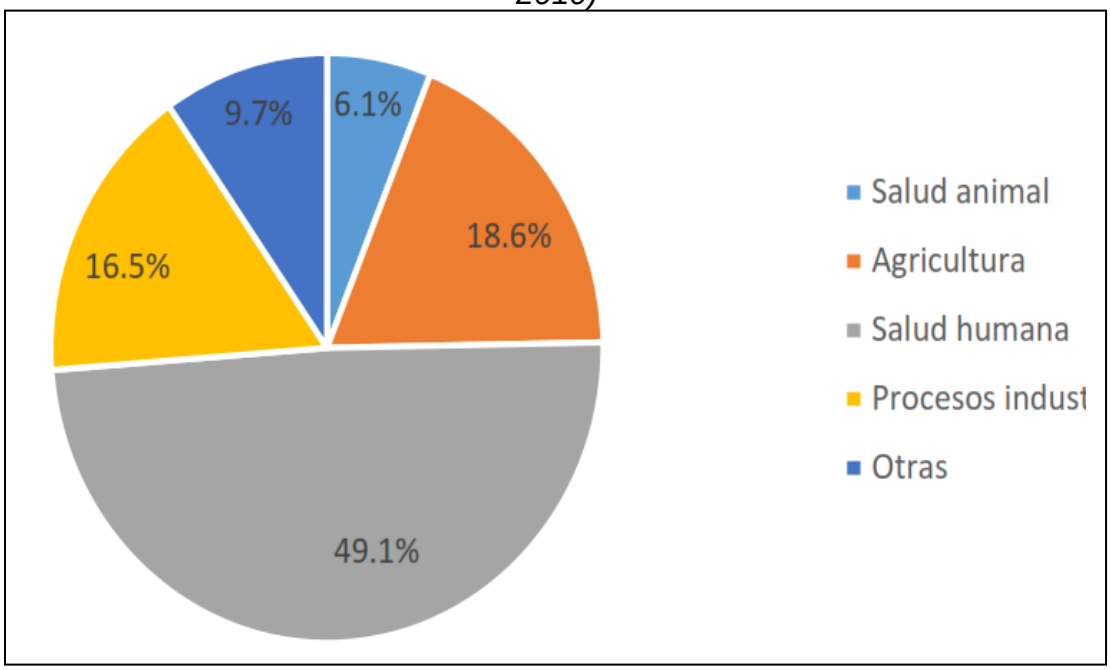
Tabla 1. Valor de la industria global de biotecnología, 2010 - 2021

Año	Valor (mmd)	Var. Anual (%)
2010	275.8	12.1%
2011	268.6	-2.6%
2012	285.8	6.4%
2013	302.6	5.9%
2014	298.9	-1.2%
2015	306.8	2.7%
2016	336.4	9.7%
2017	343.4	2.1%
2018	351.7	2.4%
2019	358.5	1.9%
2020	365.9	2.1%

Fuente: *Sergio Trejo, La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo", Centro de estudios de biotecnología aplicada del Instituto Politécnico Nacional, agosto de 2010*

Respecto a las diferentes aplicaciones de la biotecnología, las orientadas al cuidado de la salud humana concentran la mayor parte del valor del mercado, seguido por las aplicaciones en agricultura y en procesos industriales (ver figura 1). Geográficamente, Norteamérica es la región que concentra el mayor número de establecimientos orientados al desarrollo de aplicaciones biotecnológicas, seguida por Europa y Asia-Pacífico.

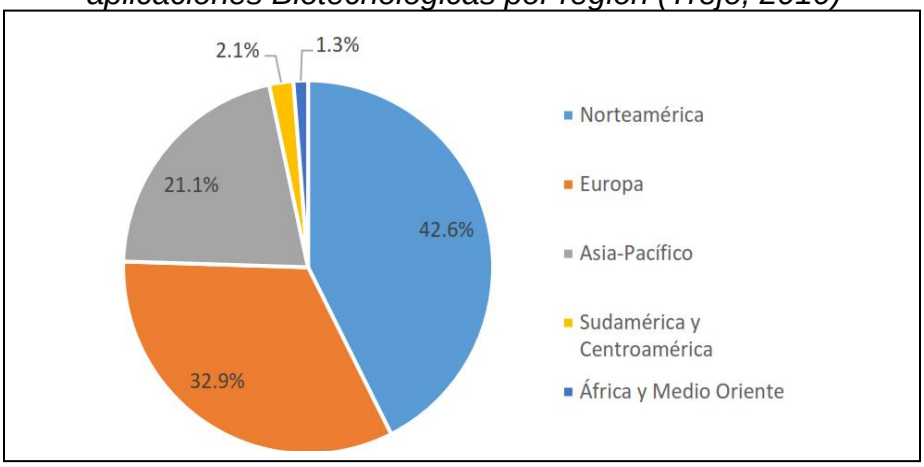
Gráfica 1. Valor de la industria global de biotecnología por segmento, 2015 (Trejo, 2010)



***Fuente**: Sergio Trejo, La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo", Centro de estudios de biotecnología aplicada del Instituto Politécnico Nacional, agosto de 2010.*

En la gráfica 2 se expone porcentualmente la distribución de establecimientos especializados en el desarrollo de aplicaciones Biotecnológicas al 2010, puede apreciarse que el mayor porcentaje se encuentra ubicado en Norteamérica (ver Figura 1), situación que favorece en términos de calidad, a la evolución, desarrollo y crecimiento del Programa Educativo de Bioingeniería ofertado por la UABC. La calidad referida medida en términos del tiempo transcurrido una vez del egreso para encontrar el primer trabajo, el nivel salarial, el lugar de trabajo y el nivel jerárquico obtenido para el desempeño profesional. Éstos indicadores definen y caracterizan al trabajador egresado de un Programa Educativo en específico, proporcionando un valor agregado al prestigio y resultados educativos deseados.

Gráfica 2. Distribución de establecimientos especializados en el desarrollo de aplicaciones Biotecnológicas por región (Trejo, 2010)



***Fuente**: Sergio Trejo, La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo", Centro de estudios de biotecnología aplicada del Instituto Politécnico Nacional, agosto de 2010.*

Figura 1. Clústeres de Biotecnología en el continente americano



***Fuente**: PROMEXICO-Biotecnología*[2]

[2] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/75579/05052014_DS_Biotecnologia_ES.pdf

Ámbito nacional. En el ámbito nacional, la mayoría de tecnologías de la salud provienen de otros países, donde la investigación en tecnologías aplicadas al área de la salud es fundamental (Griffith, 2001). En México, el área de la Ingeniería Biomédica se ejerce en mayor medida por personas que no recibieron preparación profesional de esta especialidad, pero laboran en este sector la mayoría de las veces por la afinidad a esta profesión, como por ejemplo los Ingenieros en Electrónica, Físicos, Biólogos, entre otros.

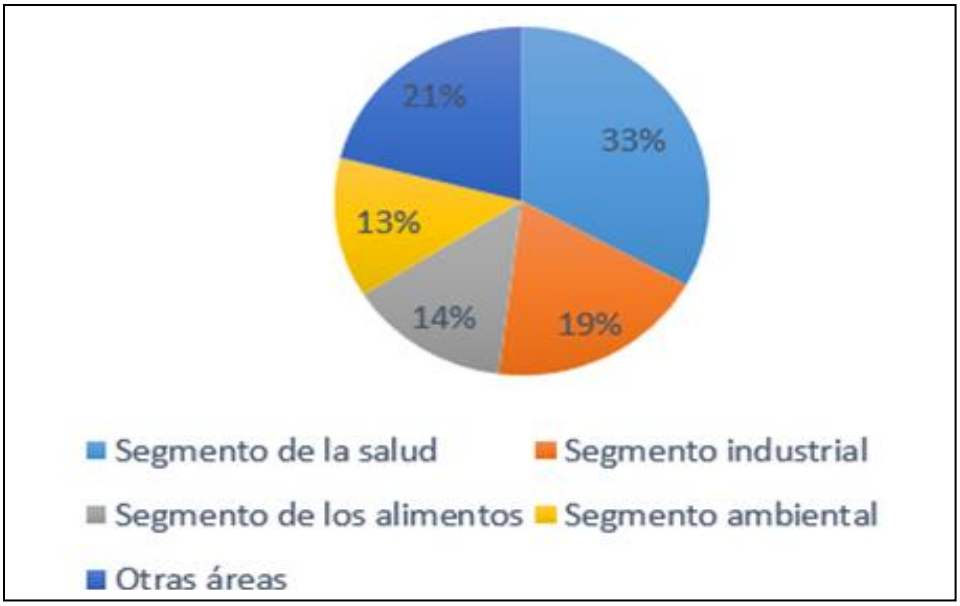
Sin embargo, en el año 2007 dentro del plan de desarrollo nacional del programa sectorial de salud 2007-2012 (PROSESA 2007-2012), se considera al profesionista biomédico como parte fundamental en los servicios de salud, en congruencia con las recomendaciones de la Organización mundial de la salud (Secretaria de Salud, Programa Sectorial de Salud 2007-2012), por esta razón la tendencia en el sector hospitalario es contar con un departamento de Ingeniería Biomédica que tenga a un especialista como responsable de dicho departamento. Esta cuestión ha propiciado las condiciones para fortalecer y desarrollar las líneas de investigación y abrir oferta educativa en estas áreas de interés; Bioingeniería, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Clínica, Ingeniería Biónica, entre otras.).

Según cifras del Sistema Nacional de Salud (DGIS) México en 2012, tiene registrados 4,189 unidades de hospitalización, de las cuales alrededor del 67% las administra el sector privado. La mayoría de estas unidades se tratan de hospitales pequeños dedicados casi exclusivamente a brindar servicios obstétricos (Secretaría de Salud Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, 2011).

Otro de los perfiles definidos de nuestro programa de Bioingeniería es el área de la Biotecnología que según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) la define como la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de éstos con el objetivo de alterar materiales vivos o inertes para la producción de conocimiento, bienes y servicios. En México hay más de 406 empresas que desarrollan o utilizan biotecnología

moderna en diferentes áreas de aplicación según lo que se aprecia en la siguiente gráfica.

Gráfica 3. Diversificación de empresas en México que utilizan Biotecnología (PROMEXICO Biotecnología, 2016)



***Fuente**: PROMEXICO Biotecnología, Diagnostico Sectorial, Unidad de Inteligencia y Negocios, mayo 2016*[3]

Nacionalmente el área de la Biotecnología es considerada un sector estratégico para el país, en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018 se señala que la Biotecnología será una plataforma prioritaria para impactar a los sectores agroalimentario, salud e industrias de proceso y protección ambiental (CONACYT, Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2014-2018).

La Biotecnología en México genera un alto índice de producción científica y tiene un gran potencial en innovación pues existen aproximadamente 260 universidades que ofrecen en conjunto alrededor de 190 licenciaturas en áreas relacionadas directamente con la biotecnología. Además, alrededor de 90 instituciones cuentan con programas de posgrados relacionados directamente e indirectamente con la biotecnología.

[3] http://www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/biotecnologia.pdf

Solo en el 2015, aproximadamente 2,400 alumnos egresaron de posgrados en áreas relacionadas con la biotecnología. En México existen alrededor de 9,500 investigadores en áreas relacionadas directamente con la biotecnología. Alrededor del 50% de los mismos se encuentran ubicados en los estados en los cuales se han formado los bio-clústeres (PROMEXICO, 2016).

Ámbito regional. Sector Biotecnológico: Baja California cuenta con una ventaja geográfica, pues en a poca distancia del cruce transfronterizo (a menos de 30 Millas de radio) se encuentran ubicadas un gran número de empresas relacionadas al Cluster de Pharma de San Diego California que integra empresas de diferentes áreas con enfoque a la Biotecnología (Investigación, Equipo, Suministros, entre otros).

Figura 2. Mapa geográfico del clúster de biotecnología farmacéutico de San Diego.

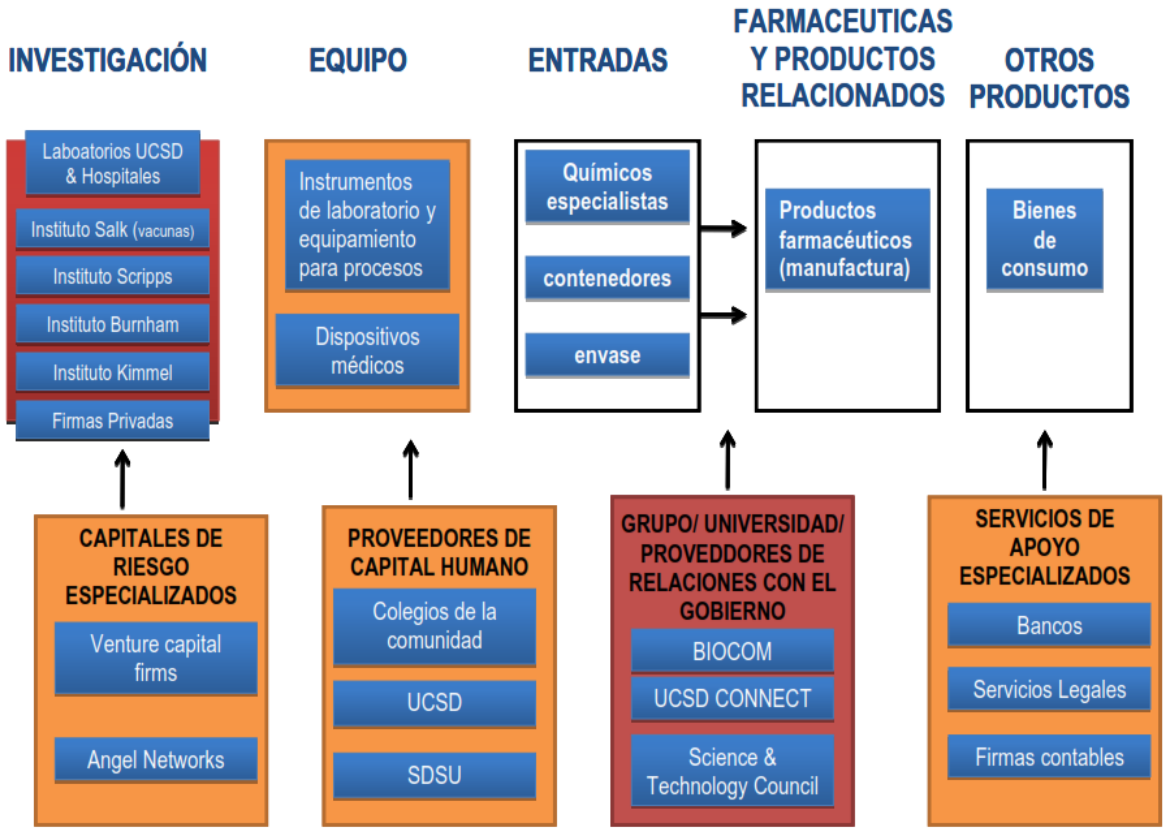


***Fuente**: Sergio Trejo, La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo", Centro de estudios de biotecnología aplicada del Instituto Politécnico Nacional, agosto de 2010.*

Por lo anterior, Baja California tiene el potencial de convertirse en un portal y socio de la Región de san Diego, debido a la fuerza de las interconexiones existentes en las áreas de ciencias de la vida y biotecnología, para la creación de oportunidades en ambos lados de la región.

Las compañías de biotecnología y farmacéuticas formadas con capital de riesgo en San Diego, son de alta relevancia, tan sólo en 2006, los fondos dirigidos a este sector llegaron a los 1,200 millones de dólares cifra superior en 16% al año anterior. Actualmente existen más de 400 empresas de biotecnología en San Diego (Trejo, 2010, MODERN MACHINE SHOP, 2015).

Figura 3. Mapa lógico de función del clúster de biotecnología farmacéutica de San Diego



***Fuente**: Sergio Trejo, La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo", Centro de estudios de biotecnología aplicada del Instituto Politécnico Nacional, agosto de 2010*

Es importante señalar que ambos lados de la franja fronteriza San Diego-Baja California han crecido de forma significativa en los últimos años. En esta región Binacional se han incorporado más de 100,000 empleos en lo que se consideran clúster globalmente competitivo y de alto valor agregado; ambos han experimentado el crecimiento y la diversificación de negocios y "Know How" gerencial; ambos cuentan con institutos de investigación y educación superior ampliados de forma significativa.

En un reporte del San Diego Dialogue se describe la forma en la que potencialmente se complementan las actividades de Investigación y Desarrollo, los proveedores y las capacidades de manufactura que existen en ambos lados de dicha frontera. Entre las principales conclusiones del reporte anterior destacan:

a. contribuir a mantener y atraer empresas que requieran socios de manufactura en el sur de California;
b. contribuir a la atracción y crecimiento de los fabricantes y proveedores actuales de Baja California que puedan aprovechar la cercanía del clúster de investigación y desarrollo en el sur de California.

Sector biomédico; en Baja California existe el denominado Turismo Médico. Es decir, turistas que buscan los servicios de salud y de bienestar (Gobierno de Baja California, Productos y Dispositivos Médicos ,2016).

Durante la presentación del foro médico Baja's Health & Wellness Forum 2017 el titular de la Secretaría de Turismo del estado, Óscar Escobedo Carignan informó que tan solo en el año 2016 este sector en el estado tuvo una afluencia de 2.4 millones de pacientes y acompañantes, generando con ello una derrama económica mayor de 800 millones de dólares. En este mismo evento, en la iniciativa privada Isaac Abadi Duek, director general de New City Medical Plaza afirmó que junto al gobierno estatal se planeaba iniciar un proyecto de inversión de 100 millones de dólares para desarrollar el complejo de salud New City espera atender 800,000 pacientes por año (El Economista, 2017).

De acuerdo con datos de la Secretaría de Economía, México es el décimo exportador de dispositivos médicos a nivel mundial, primer exportador en Latinoamérica y es el principal proveedor de estos productos a Estados Unidos. En Baja California la industria de dispositivos médicos es uno de los principales clústeres de manufactura y se considera líder a nivel nacional al concentrar el mayor número de empresas. Además, Baja California junto con San Diego California, forman parte del agrupamiento binacional de productos médicos más diverso y sofisticado de Norteamérica.

De la fuerza de trabajo industrial de Baja California, más de 50,000 empleados pertenecen a la industria de instrumentos médicos, distribuidos en más de 60 plantas industriales en el estado. Dicha mano de obra incluye a profesionistas y técnicos con amplia experiencia y conocimientos de los estándares de calidad y desempeño de nivel mundial (Invest in Baja California, 2017). El documento “Dispositivos Médicos”, realizado por la Unidad de inteligencia de Negocios de ProMéxico. La dependencia espera que el crecimiento para esta industria se mantenga en los siguientes años, y prevé que para el año 2020 la producción de dispositivos médicos alcance un total de 25,555 millones de dólares.

Oferta educativa de Bioingeniería en el Estado. El Programa Educativo de Bioingeniería se ofrece a nivel estatal en tres sedes de la UABC, cubriendo la demanda de profesionistas en el área de la Bioingeniería a lo largo de los cinco diferentes municipios. La ubicación de sus tres sedes facilita el ingreso de cualquier alumno en el estado de Baja California ya sea en la sede de Ensenada, Mexicali o Valle de las Palmas (Tijuana).

Baja California se encuentra localizada en la región Noroeste de la República Mexicana. Limita al norte con Estados Unidos de Norteamérica, compartiendo con ese país una frontera de 265 km de los cuales 233 km corresponden al Estado de California y 32 km al Estado de Arizona. Hacia el sur se encuentra limitado por el Estado de Baja California Sur, al oeste por el Océano Pacífico y al este por el Golfo de California, y una

región del noreste con el Estado de Sonora. Baja California está conformada por cinco municipios, Mexicali, Tijuana, Ensenada, Tecate y Playas de Rosarito; la línea costera que bordea la península se caracteriza por poseer bahías, puertos, esteros y playas.

Baja California, es un Estado con excelente ubicación geográfica, con importantes recursos naturales y una infraestructura en constante crecimiento. A continuación, se describe de manera sencilla la situación socio-económica de las diferentes sedes en las cuales se ofrece el Programa Educativo:

- Mexicali; la población en Mexicali en el año 2015 era de 988, 417 y mantiene un crecimiento anual de 2%, su población representa el 30% con relación a la población total del estado. Este municipio se caracteriza por su actividad agrícola, industrial y turística, destacándose la actividad del sector terciario (comercio, servicios y turismo). En Mexicali existe una industria diversificada, ocupando el primer lugar la de productos alimenticios donde se cuentan con pasteurizadoras de lácteos, embotelladoras, molinos de trigo, tortillerías y empacadoras de carne, entre las más importantes. El desarrollo de la industria de transformación y la maquiladora, ha sido principalmente en el ramo de alimentos, automotriz, aeroespacial, metalmecánica, envases de vidrio, electrónica, plástico y textil. La industria es uno de los renglones más dinámicos de la economía de la región, Mexicali es reconocida como un importante centro de producción compartida. Existen importantes empresas como: Bimbo, Maseca, Vitro, Sidek, Televisa, Nestlé, Kenworth, Sabritas, Sanyo, Allied Signal Aeroespace Corp. Wslock Co. Goldstar of America, ITT, Hikam of America, Honeywel Aerospace, Kurón y Cooper Industries, quienes han comprobado las ventajas de operar en la frontera ante los dinámicos mercados de E.U. y de la cuenca del pacífico.
- Ensenada; La localización geográfica en que se encuentra Ensenada, se considera privilegiada por estar en un punto estratégico para el intercambio económico y la movilidad social, caracterizándose como una región con vocación turística y de servicios, con vocación a promover la acuacultura, pesca e industria vinícola y con vocación a incubar logística, tecnología de la información, biotecnología, agroindustria, minería y construcción y reparación naval. Actualmente Ensenada cuenta con ocho parques industriales y seis empresas

emblemáticas: Schlage, Navico Lowrance, Instrumentos musicales Fender, ICU Medical Devices, Hutchinson Worldwide y Augen Ópticos.

- Valle de las Palmas; Para entender el contexto de Valle de las Palmas se debe describir el contexto de la ciudad a la que nutre de profesionistas, esto es la ciudad de Tijuana. La ciudad de Tijuana posee una importante corriente migratoria desde el interior del país, lo que aunado al crecimiento natural, da por resultado que Tijuana tenga uno de las tasas de crecimiento poblacional más altas de nuestro país. Su población es de 1´641,570 habitantes (INEGI, 2015), lo que la coloca en el sexto lugar de las ciudades más pobladas de México. En el municipio de Tijuana también se realizan actividades de agricultura, ganadería y pesca (representando un 4%), comercio, turismo y servicios (representando un 23%) y la Industria, siendo la industria maquiladora la más relevante, seguida de la industria de alimentos y bebidas, la industria de la construcción y la fabricación de productos metálicos y no metálicos (representando un 73%) según las cifras del INEGI al 2015.

Conclusiones

Con base en las necesidades sociales planteadas en este estudio podemos concluir diferentes aspectos para los ámbitos Internacionales, Nacionales y Regionales:

En el ámbito Internacional; Los perfiles profesionales y de competencias que poseen los Bioingenieros obedecen a necesidades crecientes en el entorno global. Los Bioingenieros con perfil Biomédico encuentran una oferta creciente por profesionistas que se encarguen de las nuevas tecnologías clínico-biomédicas, administrando espacios y equipos médicos en clínicas y hospitales, estableciendo políticas de prevención o bien generando entornos hospitalarios que mejoren las condiciones y calidad de vida en los pacientes haciendo uso de nueva tecnología.

Desde el año 2007 la organización recomienda a los diferentes países la importancia de formar profesionistas especializados en tecnologías médicas;

fabricación, calibración, seguridad y eficacia, reglamentación, gestión y evaluación, entre otras. Por otra parte, los egresados de Bioingeniería adquieren competencias diversas que les permiten desenvolverse en el área Biotecnológica, actualmente nos encontramos una demanda creciente a nivel mundial por profesionistas que manejen diversas áreas Biotecnológicas; biología molecular, ingeniería bioquímica, microbiología, inmunología, bioquímica, genómica, bioinformática, entre otras. Adicionalmente, podemos ver una tendencia mundial en la conformación de clústeres Biotecnológicos en diversas partes del mundo, de los cuales nuestros vecinos hacia el Norte (Estados Unidos y Canadá) conforman una Red de más de 20 Clústeres Biotecnológicos.

En el ámbito Nacional; En México, desde las recomendaciones realizadas por la Organización mundial de la salud en el año 2007, donde se recomendaba contar en un departamento de Ingeniería Biomédica que tuviera a un especialista como responsable de dicho departamento, la demanda por profesionistas de las áreas estudio relacionadas con los hospitales (Bioingenieros, Biomédicos, Ingenieros clínicos, entre otros) han ido en aumento. Según cifras del Sistema Nacional de Salud (DGIS) México en 2012, tiene registrados 4,189 unidades de hospitalización, de las cuales alrededor del 67% las administra el sector privado. Por otra parte, el perfil Biotecnológico de un Bioingeniero encuentra en México una gran oportunidad para desempeñarse, esto a razón de que el actual gobierno Mexicano ha considerado el área Biotecnológica como un área prioritaria en el desarrollo de ciencia, tecnología e investigación, cabe señalar que actualmente existen en México más de 406 empresas que desarrollan y/o utilizan biotecnología moderna en diferentes áreas de aplicación.

En el ámbito Regional; La situación regional de los municipios en los cuales se ofrece el Programa Educativo de Bioingeniería ha propiciado la rápida inserción de los estudiantes egresados el mercado laboral.

En Mexicali se encuentran amplias oportunidades, por un lado los servicios de salud y empresas dedicadas a la manufactura de dispositivos y equipos médicos

requieren Bioingenieros con competencias en el área de la ingeniería biomédica y manufactura; por otro lado, el gran número de empresas relacionadas a los alimentos requieren de profesionistas con competencias en el área Biotecnológica y la manufactura.

Ensenada al tratarse de una región que explota fuertemente dos de las actividades primarias (agricultura y la pesca) encuentra en los Bioingenieros el capital humano para el desarrollo tecnológico y la Investigación en el área Biotecnológica procurando ser más eficaces en estas actividades haciendo uso de métodos científicos.

Por su parte, Tijuana es una región Industrial en donde existe un crecimiento importante de empresas dedicadas a la manufactura de dispositivos y equipos médicos en donde las habilidades multidisciplinarias de los Bioingenieros han sido bien recibidas.

En importante comentar que la región ofrece ventajas para los egresados del Programa Educativo de Bioingeniería; geográficamente a poca distancia del cruce fronterizo se encuentran ubicadas un gran número de empresas relacionadas al Clúster de Pharma de San Diego California que integra empresas de diferentes áreas con enfoque a la Biotecnología. Por otra parte, en la región existe el llamado turismo médico; en la región existe una gran cantidad de hospitales y clínicas especializadas en las diferentes ramas médicas. Adicionalmente, las zonas industriales en Tijuana y Ensenada en uno de los diez principales exportadores de dispositivos médicos gracias al Clúster establecido en Baja California llamado Clúster de productos médicos de las Californias.

Por lo mencionado anteriormente, la pertinencia del Programa Educativo de Bioingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California queda sobradamente justificada para propósitos y necesidades Internacionales, Nacionales y Regionales. Y es recomendable su actualización y modificación, con base a los siguientes elementos que se resumen de las necesidades sociales:

- La Bioingeniería ha integrado avances científicos y desarrollo de nuevas tecnologías para ofrecer una gran cantidad de soluciones innovadoras en el área de la salud.
- Organismos internacionales reconocen la dependencia tecnológica de los países en el desarrollo relacionado con la salud. Y se promueven políticas nacionales y de organismos internacionales para expandir la base de expertos en tecnologías de la salud con particular interés en dispositivos médicos.
- La tendencia del valor de la industria global de biotecnología y tecnologías médicas es de continuar creciendo en la próxima década, y estas industrias son consideradas un sector estratégico para el país.
- En la región noroeste del país, y a nivel de programas de licenciatura, sólo se oferta Bioingeniería en la UABC, y es menester mantener el liderazgo científico y tecnológico para el desarrollo social y económico de Baja California.

3.1.2 Análisis de Mercado Laboral

Introducción

Los aspirantes a educación superior buscan programas educativos innovadores en la tecnología, que les brinden oportunidades para lograr una vinculación social y profesional en el competido mercado laboral. Lo que supone una estructura de educación superior donde además se tenga la participación abierta y con reglas de todos los agentes sociales y económicos que representen a los sectores de empleadores empresariales (Lagarda, 2001).

El reto por tanto de las Instituciones de Educación Superior es trabajar por el crecimiento económico, social y cultural en el marco del desarrollo humano sostenible, y en ese mismo orden de ideas, sustentar a los programas académicos en la pertinencia, la cooperación con el mundo del trabajo y la innovación en los métodos educativos. (Camarena y Velarde, 2009).

En base a esta idea, el análisis del mercado laboral busca determinar las necesidades y problemáticas sociales y problemáticas del mercado laboral que serán atendidas por los egresados del Programa Educativo.

Este estudio se realizará mediante una investigación documental y una investigación empírica con una muestra de empleadores y una muestra de egresados, con la metodología que a continuación se menciona. Con los resultados de este estudio se puede determinar oportunidades de mejora e innovación en el Programa Educativo a fin de fundamentar su modificación o actualización.

Metodología

Los documentos evaluados para este estudio son los planes de desarrollo estatal, las páginas relacionadas con los clusters del área, y una muestra significativa de las encuestas aplicadas a egresados y empleadores.

Este estudio, representa la aplicación de una investigación cualitativa con los empleadores, los que implicó el diseño de una encuesta general conformada por los reactivos para valoración de los objetivos educacionales y Atributos de Egreso así como de encuestas anteriores para empleadores utilizados en la FIM, incluyendo el instrumento propuesto por la Coordinación de Formación Profesional y Vinculación Universitaria (CFPVU) en abril del 2017, elaborado con el apoyo de la Coordinación de Formación Básica (CFB), Coordinación de Planeación y Desarrollo Institucional (CPDI), Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa (FPIE) y el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo (IIDE). Lo anterior, permitió crear nuevas encuestas para empleadores a fin de obtener información que permita la oportuna valoración y mejora de los PE.

La encuesta general se orientó en 6 grandes temas:

1. Datos generales del egresado
2. Formación y desarrollo profesional

3. Ejercicio profesional
4. Satisfacción y pertinencia de la formación recibida (general y específica para el Programa Educativo
5. Actores, servicios e infraestructura institucionales
6. Sentido de pertenencia e identidad.

Se han incluido reactivos en la encuesta general para Empleadores sobre el perfil de egreso, competencias, conocimientos y capacidades, valores, habilidades blandas como actitudes, que permiten tener una evaluación diagnóstica que contribuyen a la mejora continua de cada PE.

Estos reactivos se encuentran contenidos en 3 áreas de estudio:

1. Datos generales del empleador
2. Perfil general del egresado (cualidades, habilidades, actitudes y valores)
3. Satisfacción y pertinencia del egresado (general y específico por PE)

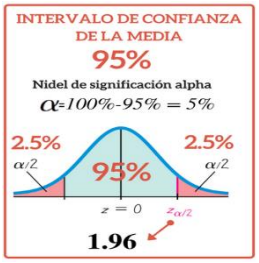
A fin de establecer cuantos encuestados se necesitan para una correcta valoración de los objetivos educacionales y los atributos de egreso, se estableció lo siguiente:

1. Población (N). La cantidad total de personas en el grupo al que se intenta llegar con las encuestas.
2. Precisión del estudio.
   - Margen de error (e). Porcentaje que describe qué tanto se acerca la respuesta que dio la muestra al “valor real” en la población.
   - Nivel de confianza (puntuación z). Medida de la seguridad de que la muestra refleja de forma precisa la población, dentro de su margen de error.
3. Tamaño de muestra (n). La cantidad de respuestas completas que la encuesta recibe.

Por lo tanto, el tamaño de la muestra de Empleadores del Programa Educativo de Bioingeniería, nos indica lo siguiente:

1. Población (N): La población está conformada por Empleadores de egresados de cada PE. Para establecer concretamente este apartado, se cuenta con una la base de datos actualizada de Empleadores que tienen algún convenio o acuerdo de colaboración con la FIM a través de PP, PVVC, entre otros. Esta información es proporcionada por la CFPyVU de la FIM.
2. Precisión del estudio:
    - Margen de error (e): Se establece un margen de error de 10% a fin de obtener una respuesta aproximada de la muestra al "valor real" en la población.
    - Nivel de confianza (puntuación z): Un nivel de confianza del 95% es establecido ya que es considerado el estándar industrial.
3. Tamaño de muestra (n) de cada PE: Establecidos los parámetros anteriores, se calcula el tamaño de muestra de cada PE como se muestra en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2\,pq}{e^2(N-1) + Z\,pq}$$



Se enfocará el estudio diagnóstico a caracterizar los diversos sectores en el que el egresado del Programa Educativo de Bioingeniería, puede desempeñarse para ejercer su profesión:

- Sector Público: Dependencias de Gobierno (Secretaría de energía, IMSS, ISSSTE, entre otras); instituciones educativas; instituciones de investigación; comunicaciones y transportes y servicios públicos (CFE, Ayuntamientos).
- Sector Privado: Empresas comerciales y de servicios; industria y maquiladoras e instituciones y centros educativos y de investigación y
- Profesionista Independiente: Realizando actividades de consultoría y asesoría; realizando actividades de diseño, proyecto y construcción de sistemas.

Para definir los reactivos de las encuestas se realizó un trabajo colegiado entre pares académicos de los diversos campus donde se oferta. Posteriormente, las

encuestas fueron aplicadas mediante una página de internet. La invitación se hizo extensiva a través de diversos medios. La dirección de acceso y la encuesta se encuentran en la siguiente liga:

Encuesta a Empleadores: http://148.231.130.237/limesurvey/index.php/237577/lang-es-MX

A fin de contar con una muestra del mercado laboral que atiende el PE de Bioingeniería, se realizó una investigación de las principales empresas productivas del ámbito de la ingeniería biomédica y de la biotecnología, consideradas las principales áreas de interés del programa ofertado por los campus de Mexicali, Ensenada y Valle de las Palmas. En cada campi se realizó una descripción del mercado laboral actual en su localidad.

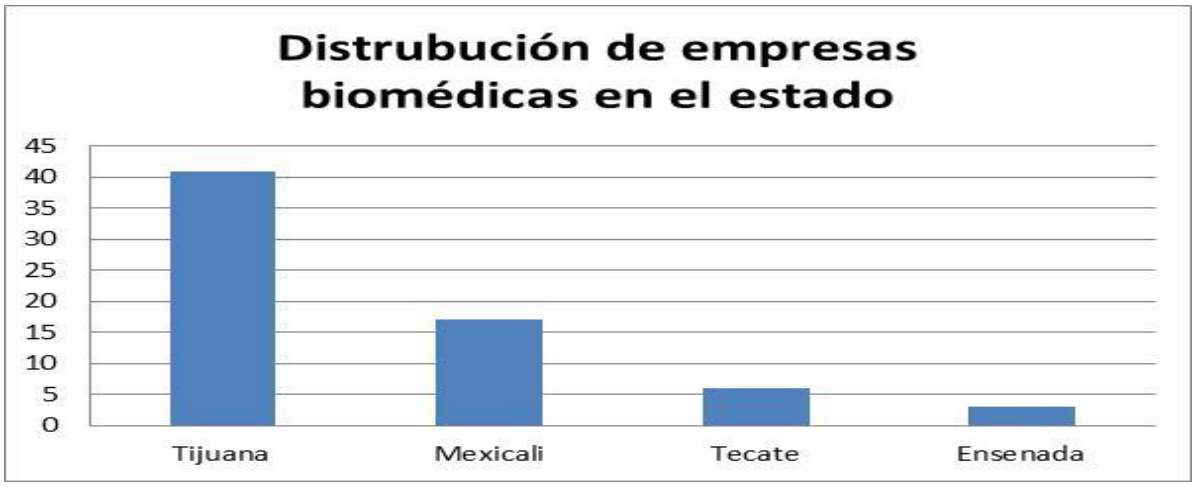
Una vez presentada la información anterior, se presentan los resultados de una encuesta aplicada a empleadores sobre la percepción de los egresados del programa, así como algunos resultados generales sobre la muestra de egresados encuestados.

Resultados

En el ámbito local, el estado de Baja California cuenta con industrias en las áreas Biomédica y Biotecnológica, así como una alta concentración de Centros de investigación en diferentes áreas que permite la creación de clústeres para el desarrollo científico, tecnológico y económico de la región.

En el área Biomédica, el estado cuenta con el clúster de productos médicos más importante del país, el “clúster de productos médicos de las Californias”, el cual tiene la concentración más grande de industrias médicas en México. En el estado hay instaladas 67 empresas de este ramo, distribuidas en los municipios como se muestra en la siguiente gráfica:

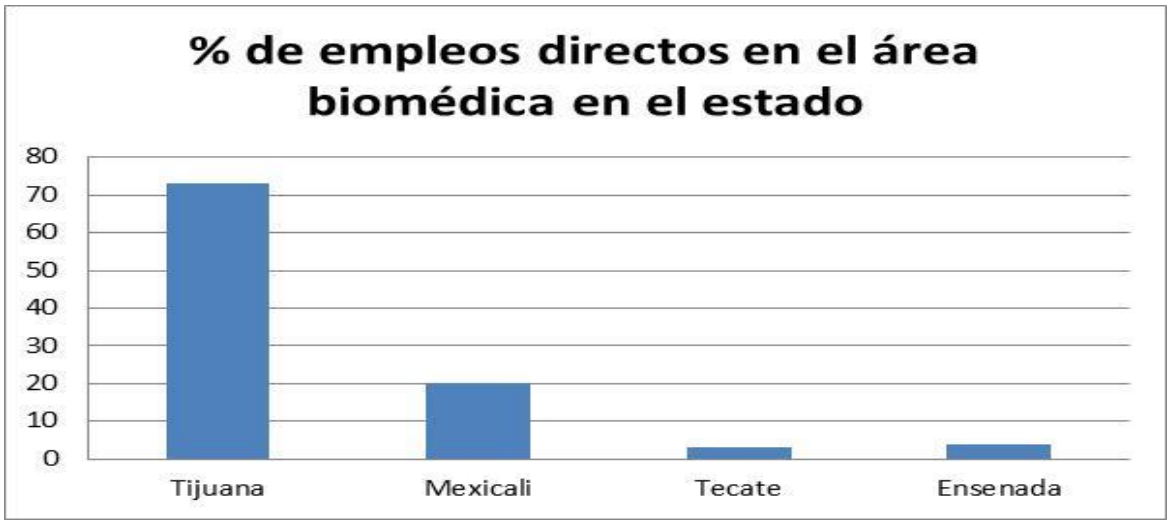
Gráfica 4. Baja California: Distribución porcentual de empresas biomédicas.



Fuente: Elaboración propia.

La producción de este clúster asciende a 4,917 MDD, lo cual representa el 50 % del total de las exportaciones del país. La industria Biomédica en el estado representa 45, 000 empleos directos, distribuidos en los municipios como se muestra en la siguiente gráfica: (Clúster de Productos Médicos de las Californias, 2013):

Gráfica 5. Baja California: Distribución porcentual de empleos directos en el área biomédica



Fuente: Elaboración propia.

Los productos biomédicos manufacturados en la región van desde catéteres, válvulas, conectores y pipetas, hasta respiradores, nebulizadores, equipo de diagnóstico médico, dispositivos de suministro de fármacos, lentes oftalmológicos y marcapasos, entre otros.

Algunas empresas representativas del área Biomédica en la región son: Medtronic, ICU Medical, Care Fusion, Augen, Biotix, Surise Medical, Greatbatch, Flextronics, Nypro, Scantibodies Laboratory, Thermo Fisher Scientific, por mencionar algunas.

A nivel nacional la industria Biomédica cuenta con 130 empresas y el mercado interno de estos productos representa 2,310 MDD. Estas empresas se encuentran distribuidas en siete clústeres ubicados en Chihuahua, Tamaulipas, Nuevo León, Morelos, Estado de México, Cuidad de México y Baja California.

Además de los equipos biomédicos fabricados en el estado, también existe una industria de tecnología médica, venta, instalación, calibración y reparación de equipo científico que está presente como un área laboral importante de egresados en la región. Particularmente debido a que por ley los hospitales certificados deben contar con un departamento de Ingeniería Biomédica.

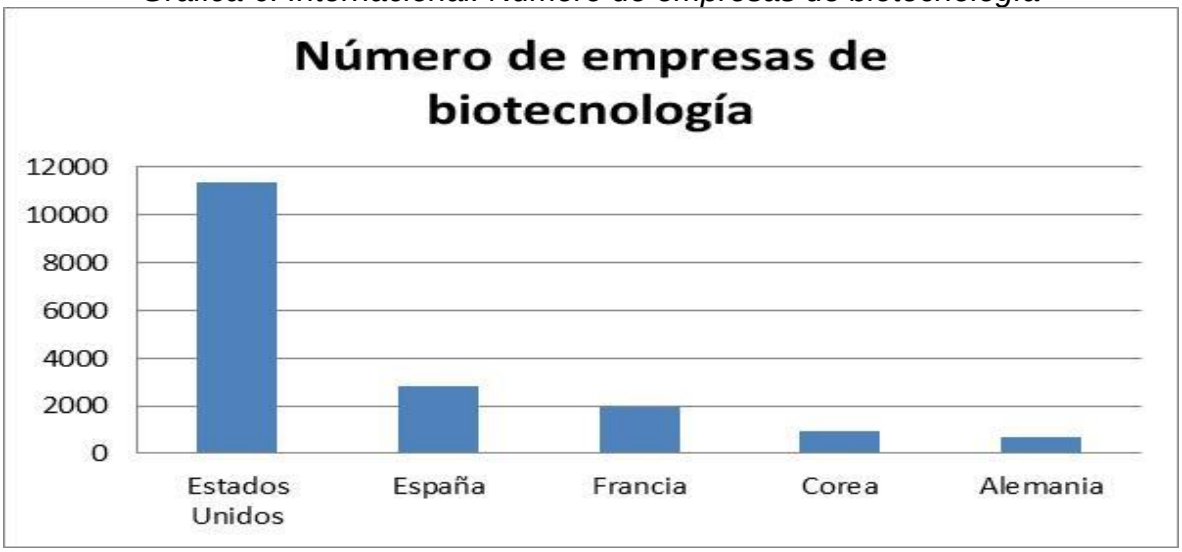
En el ámbito Biotecnológico, el estado tiene el potencial para comercializar productos basados en investigación biotecnológica, dada la existencia de centros de investigación en la región y la cercanía del clúster de biotecnología de San Diego. Las áreas de investigación más desarrolladas en el estado son la acuacultura, biotecnología acuática e ingeniería de bioprocesos, desarrolladas principalmente por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada así como el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la UABC.

La industria biotecnológica se encuentra en crecimiento en México, y empresas internacionales como Pfizer, Hoffman-La Roche, Merck, Astra Zeneca, Baxter International Inc. tienen operaciones comerciales en el país. Sin embargo, se han

desarrollado también industrias mexicanas como el Instituto Bioclón, Landsteiner Scientific, Probiomed entre otras, debido al cambio en el marco regulatorio que hace del país un destino para la subcontratación de pruebas clínicas. En este sentido, el país cuenta con los clústeres de biotecnología de Guanajuato, Jalisco, Nuevo León y Morelos que agrupan a más de 400 empresas que utilizan biotecnología.

A nivel internacional Estados Unidos concentra al mayor número de empresas relacionadas con biotecnología (11367), seguido de España, Francia, Corea y Alemania (PROMÉXICO-Secretaría de Economía, 2016).

Gráfica 6. Internacional: Número de empresas de biotecnología



Fuente: Elaboración propia.

En 2015, México ha sobresalido como el quinto proveedor de productos de biotecnología para Estados Unidos, lo que explica en gran medida el crecimiento de esta industria en el país.

El gobierno del estado de Baja California ha realizado esfuerzos para estimular la economía y nuevos negocios a través de un clúster de empresas biotecnológicas en la región, enfatizando áreas específicas de la ingeniería que apoyan el campo de biotecnología, como la industria a base de microorganismos, diagnóstico molecular, farmacéutica y medicamentos (Gaceta UABC).

En el estado se cuenta también con la industria de procesamiento de alimentos, entre las que destacan (Gobierno de Baja California, Invest in Baja-alimentos, 2015):

- Hortalizas orgánicas y por hidroponía, como tomate y fresa, entre otros
- Pescados y mariscos, como atún, sardina, langosta y camarón
- Bebidas, como vino, cervezas, refrescos, leche y jugos naturales

Muchos de estos productos son de calidad de exportación hacia Norteamérica, Japón y la Unión Europea.

Las principales empresas de este rubro ubicadas en el estado son: Nestlé, Jersey, Bimbo, Marinela, Sabritas, Pepsi, Coca Cola, LALA, MASECA, La Costeña, L.A. CETTO, Viña de Liceaga, Monte Xanic, Bodegas de Santo Tomás, Chateu Camou, entre otras.

En el ámbito de la industria de alta tecnología en el estado, como la electrónica o de energía, en la cual se tienen áreas de análisis de materiales o pruebas de inspección de materias primas, el egresado del PE de Bioingeniería tiene una oportunidad laboral importante. Debido al conocimiento en síntesis química, química analítica, prueba de material en laboratorio, más el uso de computadoras e instrumentación, pueden participar en la instalación, arranque y uso de equipos de rayos X, autoclaves, cromatografía, espectroscopía y otros equipos científicos en el área industrial. En el estado, las empresas que sobresalen son: Panasonic, SAMSUNG, FLEXTRONICS, Phulips, tyco, SHARP, LG, Fender, DEPHI, Leviton y Mitsubishi, entre otras (Gobierno de Baja California- Invest in Baja-electrónica, 2015).

En el estado también se cuenta con la Industria Ambiental, ya que parte de la ingeniería basada en biología tiende a ser ingeniería ambiental.

El gobierno enfatiza sobre cuidado del medio ambiente. Con el aumento en la conciencia de la importancia de la conservación del medio ambiente se realizan prácticas sustentables en la industria, así como actividades de biorremediación,

protección al medio ambiente y hasta la seguridad del paciente en la práctica sanitaria. Hay empresas y organismos gubernamentales que tienen que ver con regulación y asesoría en control ambiental y seguridad e higiene a la industrial, la prevención de riesgos y contaminación, el control anticontaminante a la industria, así como actividades de monitoreo atmosférico. Algunos de estas instituciones donde el egresado del PE puede laborar son: Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Comisión Estatal de Servicios Públicos (CESPM), Consorcio Ambiental S.C. y SAGARPA.

En este sentido, Baja California representa un estado con grandes potencialidades para el desarrollo de la industria biomédica y biotecnológica. Motivo por el cual se requiere de profesionales en estas áreas del conocimiento para hacer frente a las necesidades del mercado laboral en la región. Además, debido a la formación de los egresados en las áreas de química, biología, matemática y física, se abre la posibilidad para ser docentes en diferentes niveles de educación. En tanto que los egresados también pueden iniciar una especialización a través de un posgrado en áreas biomédicas o biotecnológicas.

A continuación, se presenta una descripción del aspecto laboral en cada municipio del estado de Baja California en donde se oferta el programa de Bioingeniería.

Mexicali: Este municipio se caracteriza por su actividad agrícola, industrial y turística, destacándose la actividad del sector terciario (comercio, servicios y turismo) que absorbe al 52.10% de la población ocupada, a su vez el 44% se emplea en servicios de hoteles y restaurantes (Gobierno de Baja California, Oportunidades BC, 2015).

En Mexicali existe una industria diversificada, ocupando el primer lugar la de productos alimenticios donde se cuentan con pasteurizadoras de lácteos, embotelladoras, molinos de trigo, tortillerías, empacadoras de carne e industrias maquiladoras entre las más importantes. El desarrollo de la industria de transformación

y la maquiladora, ha sido principalmente en el ramo de alimentos, automotriz, aeroespacial, metalmecánica, envases de vidrio, electrónica, plástico y textil. Otras industrias no menos importantes son la fabricación y ensamblaje de artículos eléctricos y electrónicos, tractocamiones, remolques de carga, maquiladoras de juguetes. En datos del 2013, operaban en Mexicali aproximadamente 190 plantas maquiladoras con 55,857 personas empleadas en un ambiente de trabajo no sindicalizado y de baja rotación.

La industria eléctrica se ha desarrollado gracias a las características geológicas; Mexicali cuenta con una planta geotermoeléctrica que es suficiente para abastecer a todo el estado y además exportar este energético.

La industria es uno de los renglones más dinámicos de la economía de la región, Mexicali es reconocida como un importante centro de producción compartida. Existen importantes empresas como: Bimbo, Maseca, Vitro, Sidek, Televisa, Nestlé, Kenworth, Sabritas, Sanyo, Allied Signal Aeroespace Corp. Wslock Co. Goldstar of America, ITT, Hikam of America, Honeywell Aerospace, Kurón y Cooper Industries, quienes han comprobado las ventajas de operar en la frontera ante los dinámicos mercados de E.U. y de la cuenca del pacífico.

Actualmente la planta industrial de Mexicali, genera más de 40 exportaciones que rebasan los 2,400 millones de dólares anuales. La ciudad de Mexicali, goza de un régimen fiscal preferencial para la importación de materias primas y determinados productos, lo que representa mayor ventaja sobre otras ciudades del país.

Ensenada: La localización geográfica en que se encuentra la ciudad de Ensenada, se considera privilegiada por estar en un punto estratégico para el intercambio económico y la movilidad social, caracterizándose como una región con vocación turística y de servicios, con vocación a promover la acuacultura, pesca e industria vinícola y con vocación a incubar logística, tecnología de la información, biotecnología, agroindustria, minería y construcción y reparación naval.

Actualmente Ensenada cuenta con ocho parques industriales y seis empresas emblemáticas: Schlage, Navico Lowrance, Instrumentos musicales Fender, ICU Medical Devices, Hutchinson Worldwide y Augen Ópticos.

En el sector de la Biotecnología, el municipio de Ensenada es el que actualmente tiene mayores potencialidades, específicamente en el clúster de la Biotecnología Marina, en el que la región binacional tiene ventajas distintas e inherentes dado la presencia de una singular biodiversidad y de recursos marinos naturales, así como la capacidad de investigación que se ha desarrollado.

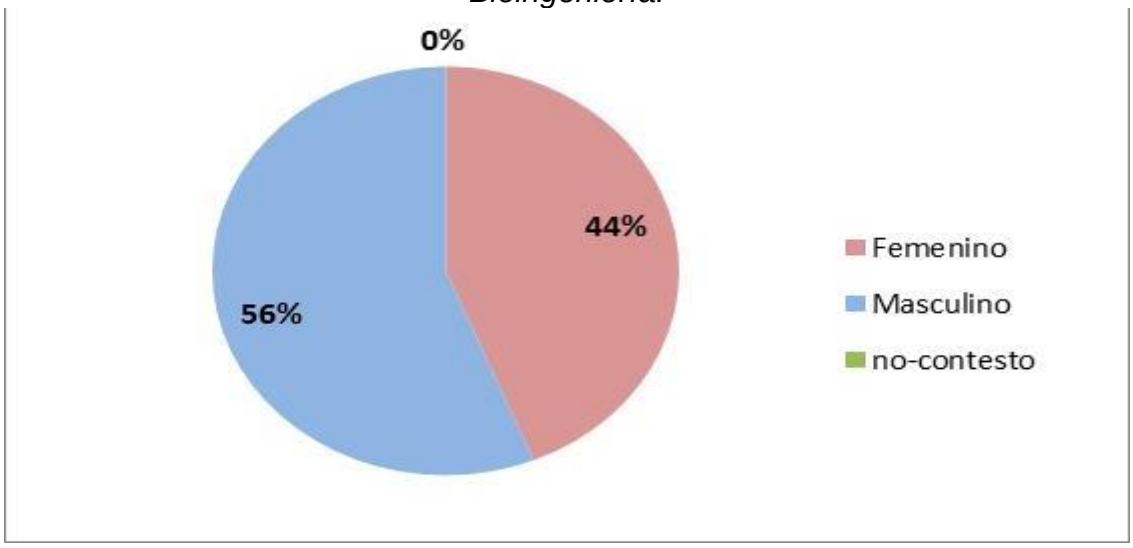
Valle de las Palmas (Tijuana): En el área binacional de Tijuana-San Diego se albergan los cluster más importantes de la región incluyendo: aparatos biomédicos, industria farmacéutica e investigación clínica y biotecnología. Otros sectores que también están presentes tienen que ver con la industria de los semiconductores y las tecnologías ambientales y de energía.

En lo que respecta a la percepción del desempeño de los egresados del programa de Bioingeniería por parte de los empleadores, la información recabada constituye una fuente primordial sobre la preparación y conocimiento de los Bioingenieros egresados. Por tal motivo se aplicó una encuesta a las principales empresas en donde se encuentran laborando egresados del programa.

Con el fin de dar un panorama general de la población de egresados del Programa Educativo, a continuación, se muestran algunos datos al respecto. Cabe señalar que los datos sobre egresados serán expuestos en detalle en la sección 4.1.3.

La población de egresados del programa de Bioingeniería tiene una distribución equilibrada entre hombres y mujeres, según se muestra en el siguiente diagrama:

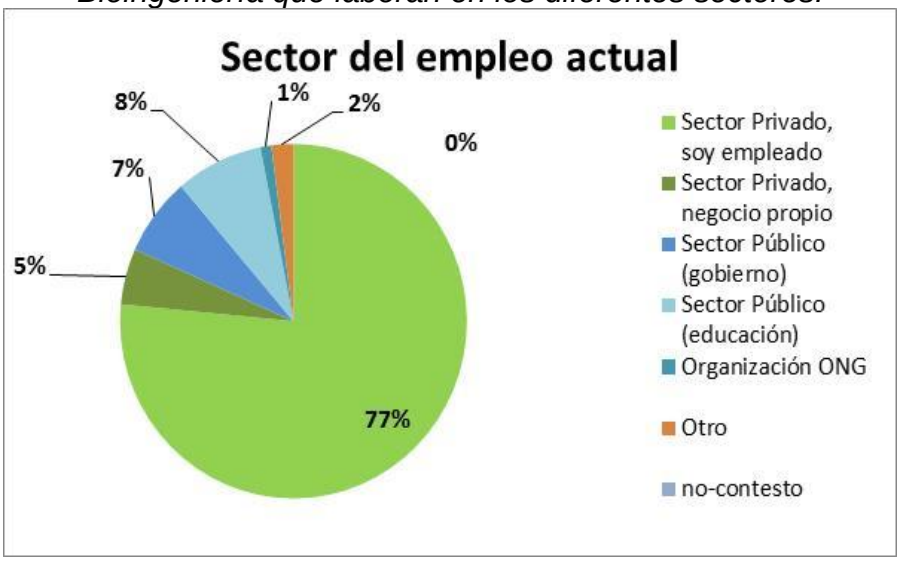
Gráfica 7. Distribución porcentual por género de egresados del Programa Educativo de Bioingeniería.



Fuente: Elaboración propia.

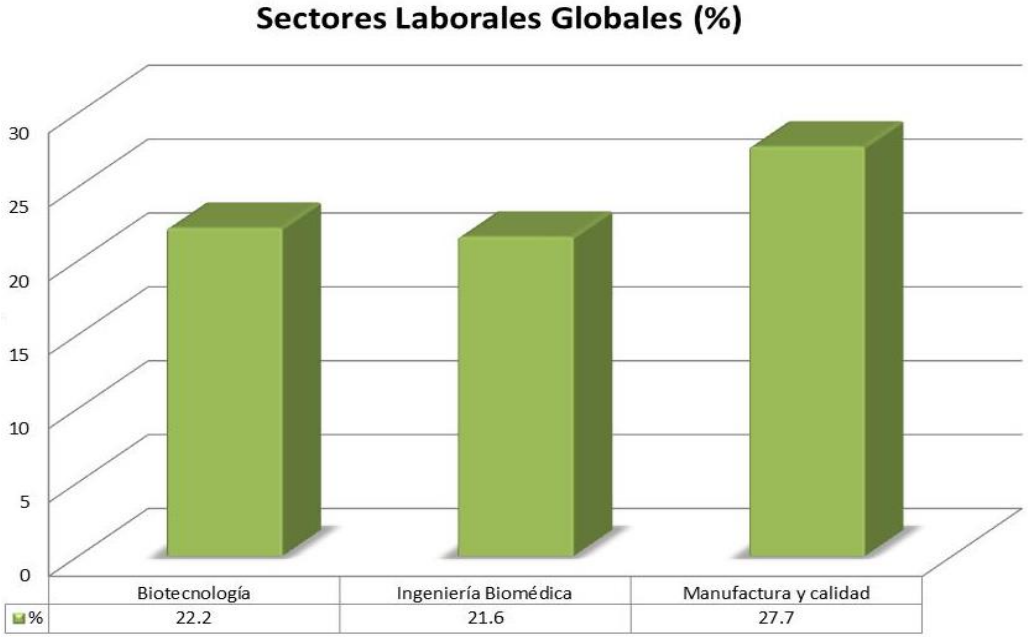
El porcentaje de egresados que laboran en diferentes sectores se distribuye de la siguiente manera, siendo el principal de ellos el sector privado.

Gráfica 8. Distribución porcentual de egresados del Programa Educativo de Bioingeniería que laboran en los diferentes sectores.



En tanto que los sectores particulares del área de Bioingeniería en donde laboran los egresados se encuentran distribuidos entre Biotecnología, Ingeniería Biomédica y Manufactura y Calidad, según se muestra en el diagrama siguiente de porcentaje de egresados que laboran en un sector específico del área.

Gráfica 9. Distribución porcentual de los egresados del Programa Educativo de Bioingeniería en los sectores particulares del área



Fuente: Elaboración propia.

La distribución del porcentaje de egresados con un rango de sueldo mensual específico se presenta a continuación, la cual constituye un reflejo de la situación laboral en la región:

Gráfica 10. Porcentaje de egresados del Programa Educativo de Bioingeniería con sueldo mensual específico



Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de recabar información sobre la percepción de los egresados en el ámbito laboral, se realizó una encuesta a empleadores. Se aplicó la encuesta a 17 empresas en el estado, distribuidas entre los municipios de Tijuana, Mexicali, Ensenada y Tecate. En la siguiente tabla se muestra las empresas encuestadas:

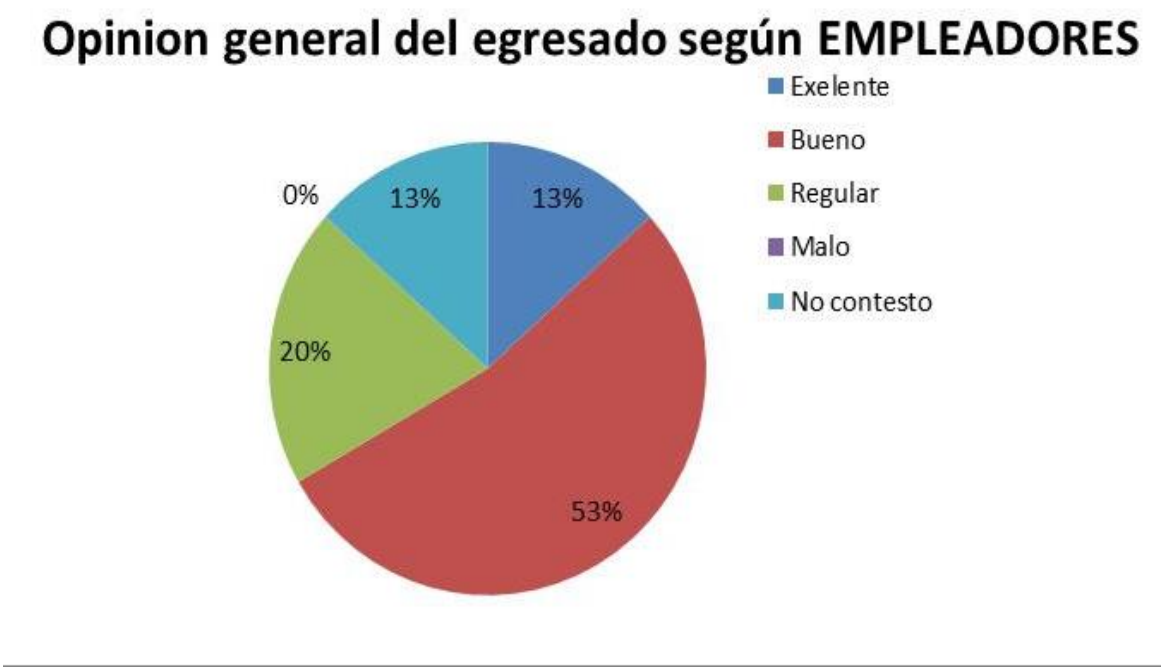
Tabla 2. Baja California: Empleadores de egresados del PE de Bioingeniería según municipio.

Empresa	Ubicación
Hospital Almater	Mexicali
GC Mobil Technology S de RL de CV	Mexicali
Instituto Tecnológico de Rehabilitación AC	Mexicali
BIOMAIN	Mexicali
MASIMO	Mexicali
ISSSTECALI	Mexicali
ICU Medical	Ensenada
Hospital General de Ensenada	Ensenada
Centro de Nanociencias y Nanotecnología	Ensenada
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	Ensenada
Medtronic	Tijuana
CMAS	Tijuana
Medtronic Nellcor	Tijuana
Icon Aircraft México	Tijuana
Hospital Ángeles	Tijuana
MEDIMEXICO	Tijuana
Scantibodies	Tecate

Fuente: Elaboración propia.

La percepción general del egresado de Bioingeniería por parte de los empleadores es buena, según se muestra en la figura siguiente:

Gráfica 11. Opinión de Empleadores respecto al desempeño de los egresados del Programa Educativo de Bioingeniería



Fuente: Elaboración propia.

Además, identifican como conocimientos, tecnologías y normas que tomarán importancia en el futuro de su organización como los siguientes:

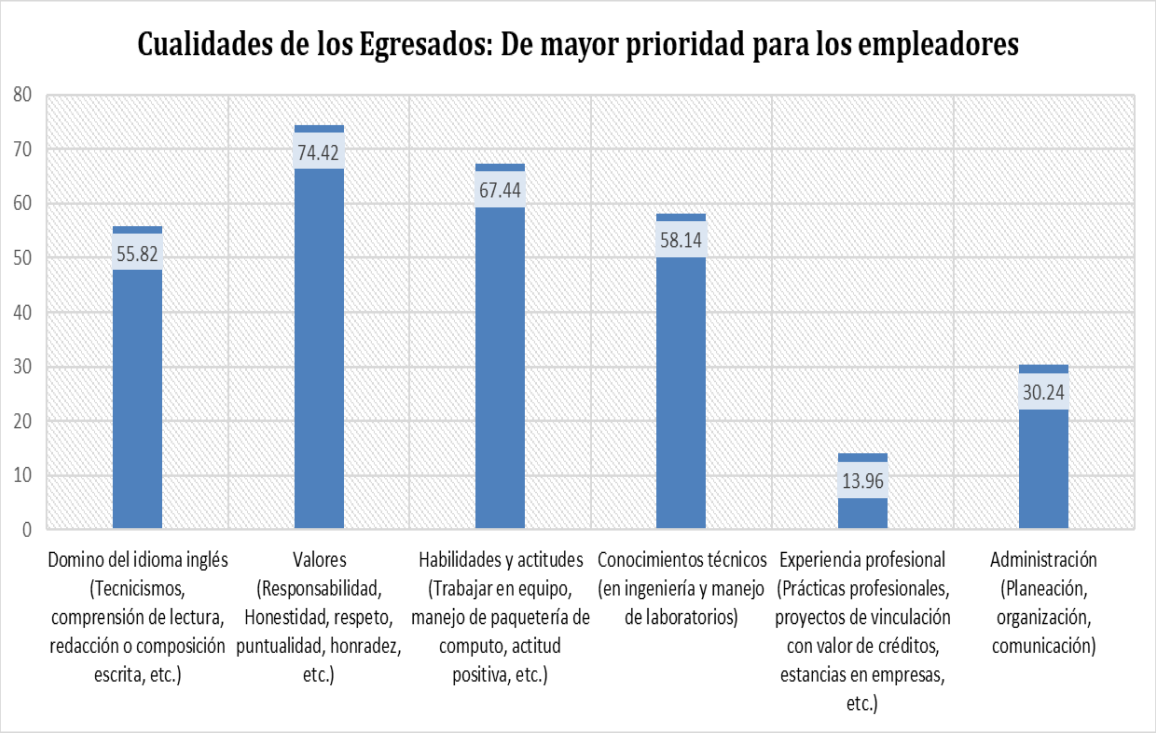
- Dominio del inglés
- Manufactura en la industria biomédica
- Normas de calidad en la industria biomédica
- Control de calidad
- Gestión y recolección de residuos peligrosos
- Informática médica e Imagenología
- Diseño asistido por computadora
- Y en general, nuevas tecnologías en Bioingeniería

Desde un punto de vista más integral, a los empleadores se les pidió que identificaran las cualidades que deben caracterizar a un recién egresado de la UABC, priorizando a partir de una lista de varias cualidades. Quedando las mejores cualidades esperadas como se enlista a continuación en orden de importancia para los empleadores:

1. Valores (Responsabilidad, Honestidad, respeto, puntualidad, honradez, etc.).
2. Habilidades y actitudes (Trabajar en equipo, manejo de paquetería de computo, actitud positiva, etc.).
3. Conocimientos técnicos (en ingeniería y manejo de laboratorios).
4. Domino del idioma inglés (Tecnicismos, comprensión de lectura, redacción o composición escrita, etc.).

En cuanto a las cualidades de Experiencia Profesional (Prácticas profesionales, proyectos de vinculación con valor de créditos, estancias en empresas, etc.) y la de Administración (Planeación, organización, comunicación), éstas quedaron relegadas a no ser tan importantes para las consideraciones del empleador de un recién egresado.

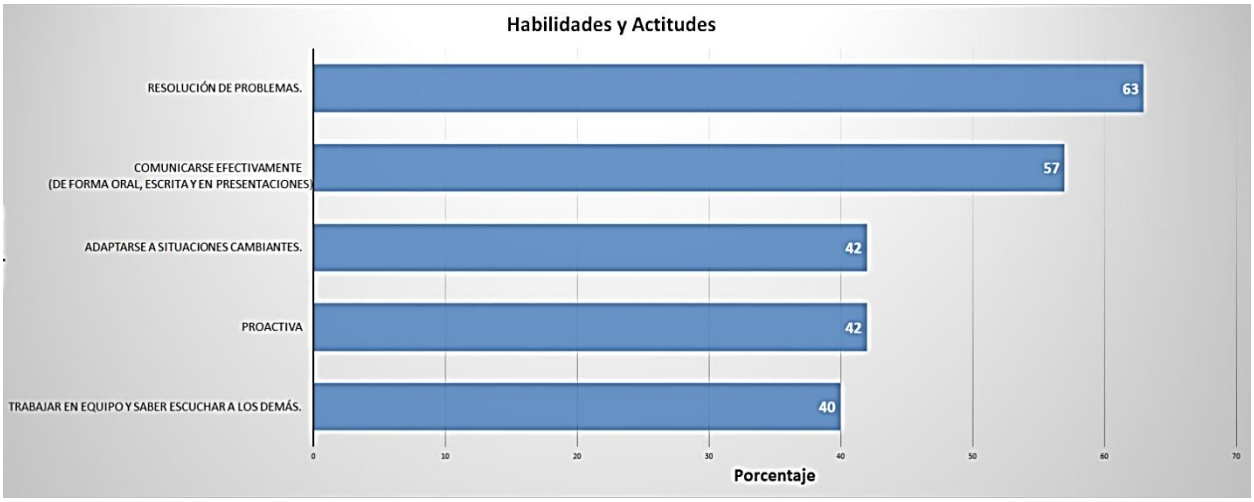
Gráfica 12. Cualidades de mayor prioridad respecto al desempeño profesional de los egresados del Programa Educativo de Bioingeniería según los empleadores



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la percepción de las habilidades y actitudes del egresado de la UABC que son más valiosas para su organización se presentan en los gráficos siguientes las 5 más valiosas para su organización de un listado de 17 habilidades y actitudes.:

Gráfica 13. Habilidades y actitudes más valiosas para el empleador: Comunicación efectiva



Fuente: Elaboración propia.

La “Resolución de problemas” como habilidad, potencia la consecución a buen término de los resultados o metas que una organización planea por un periodo o más determinado, en ese sentido, una 63% de los encuestados consideran prioritaria el desarrollo de esta habilidad en el ámbito organizacional. También, se observa que más de la mitad de los encuestados piensa que una “Comunicación efectiva ya sea en forma oral o escrita” por parte de los empleados de una organización, es imprescindible para contribuir al desarrollo de la misma. Esta habilidad detonará eficazmente procesos administrativos imprescindibles para la funcionalidad organizativa. Después de estas dos habilidades, aparecen siguiendo en importancia, el que el egresado pueda adaptarse a situaciones cambiantes, el tener una actitud proactiva, y el “trabajar en equipo y saber escuchar.” Éstas últimas no fueron de las habilidades o actitudes del egresado seleccionadas como prioritaria por los encuestados, pero si las consideran necesarias en un 42%, 42% y 40% respectivamente.

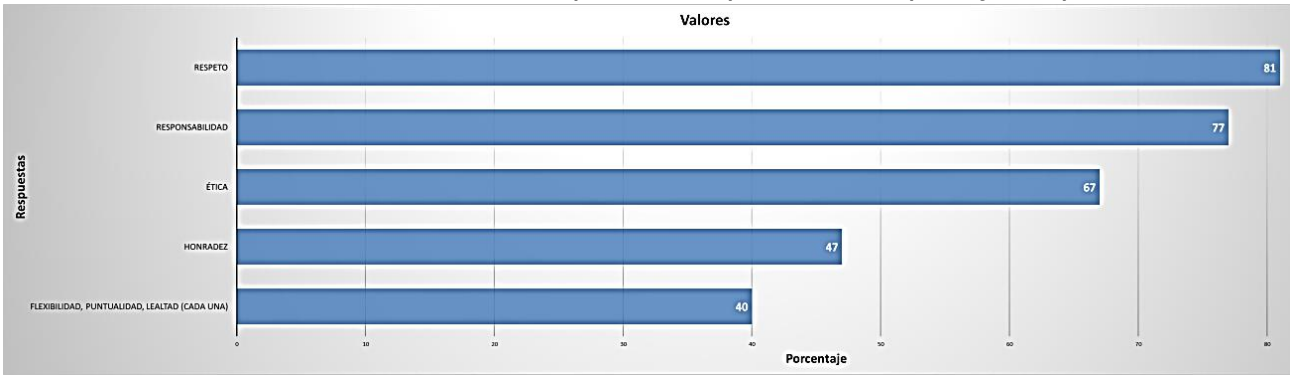
Es importante destacar que los encuestados, más del 65%, no consideraron tan necesaria que los egresados de Bioingeniería posean la habilidad para construir “Propuestas de mejora continua”, en contraste con el 34.9% que piensa que tiene importancia. Partiendo de la premisa de que la optimización de los tiempos de trabajo es un indicador de productividad, es raro que, como resultado de la encuesta aplicada a empleadores, éstos consideraran (72%) que no era necesaria en el recién egresado esta habilidad.

Otra de las habilidades que debe poseer el egresado del Programa Educativo de Bioingeniería es el “Manejo de paquetería de cómputo”. Los resultados reflejan que sólo el 20% lo considera necesario. La misma situación que la habilidad anterior, un poco más del 20% considera necesaria en el egresado la habilidad de “Recopilación y análisis de datos” para el desarrollo de la organización. Tal vez porque están implícitas en la resolución de problemas que lo consideran prioritario.

Entre las habilidades que debe poseer el egresado del Programa Educativo de Bioingeniería están: “Manejo de personal y liderazgo”, “Capacidad de trabajar por objetivos” y “Relacionarse con superiores y compañeros” y los resultados obtenidos producto de la encuesta aplicada a empleadores, reflejan que apenas el 28%, el 35% y el 23% de empleadores respectivamente, lo consideran valioso para el desarrollo de la organización. Y en lo que respecta a las habilidades de “Optimización de Recursos”, el 81.4% de empleadores considera que no son tan valiosas estas habilidades para el desarrollo de su organización, posicionando en mejor lugar a las habilidades antes mencionadas.

También se indagó entre los empleadores, cuales consideraban eran los valores más importantes de su personal de ingeniería egresado de la U.A.B.C. Se les preguntó que identificaran, de una lista de 17, los 5 valores más apreciados para su organización. Es importante destacar que, de los valores propuestos considerados más valiosos para la organización según los empleadores, destacan el Respeto, Responsabilidad y Ética, con 81%, 77% y 67% de importancia respectivamente. Para luego seguir Honradez con 47% y Flexibilidad, Puntualidad y Lealtad con 40% cada una. Dejando en segundo plano con valores inferiores al 37% a perseverancia, tolerancia, solidaridad, empatía, conciencia ambiental y de sustentabilidad, tenacidad y justicia.

Gráfica 14: Valores más valiosos para el Empleador: Respeto y Responsabilidad



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Los porcentajes de egresados del programa de Bioingeniería actualmente se encuentran distribuidos entre un 48% y 52% entre mujeres y hombres, permitiendo generar una equidad de género bastante aceptable en relación con el promedio de las ingenierías. El mercado laboral que atiende dicho egresado se encuentra en instituciones del sector salud, tanto públicos como privadas, desarrollando funciones de mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, en el mismo giro del sector salud algunos egresados se han contratado como administradores de ciertas áreas hospitalarias, generalmente las que tienen su origen en el equipamiento médico. Por otro lado, la industria manufacturera constituye un espacio inmediato tanto para el ejercicio de las prácticas profesionales como para la contratación al egresar del programa.

Las funciones normales que se cumplen en dicho mercado laboral son de ingeniería de procesos y de manufactura de dispositivos y equipo de uso biomédico y/o biotecnológico. Además, algunos de los egresados del programa también están cumpliendo labores de venta y soporte en equipo biomédico en empresas de tipo privadas nacionales y en algunos pocos casos de tipo gubernamentales en el uso de laboratorios certificadores. Algunas de las habilidades y conocimientos con los que cuentan los egresados del programa son el diseño de instrumental de tipo biomédico y/o biotecnológico, así como el desarrollo de bioempresas, características que no se han logrado explotar en el mercado laboral actual.

3.1.3 Estudio de egresados

Introducción

Se realiza un estudio de egresados para retroalimentar el Programa Educativo con el desempeño de los egresados en el mercado de trabajo. El estudio puede aportar

información sobre el impacto social de los egresados, y conocer competencias necesitadas y empleabilidad real de los egresados en el mundo laboral.

Metodología

La base de este análisis consta de la aplicación de un instrumento estadístico a través de una encuesta a los egresados del Programa Educativo, diseñada por las tres unidades académicas involucradas en el proceso de reestructuración, que son la FIM, la FIAD y la ECITEC.

La metodología seguida para la aplicación de la encuesta siguiente:

1. Determinar la población de egresados.
2. Muestra: Representativa por campos profesionales con al menos 95% de confianza.
3. Marco muestral que sirva de base para estimar el tamaño de la muestra, estadística egresados por cohorte.
4. Determinar el tamaño de la muestra.
5. Establecer contacto con los egresados vía telefónica o correo.
6. Realizar cronograma de aplicación de los cuestionarios a egresados.
7. Aplicar los instrumentos en forma presencial o en línea.
8. Capturar y analizar la información.
9. Realizar el informe de estudio.

Este estudio, representa la aplicación de una investigación cualitativa con los egresados, lo que implicó el diseño de una encuesta general conformada por los reactivos para valoración de los objetivos educacionales y Atributos de Egreso, se incluyó el instrumento propuesto por la Coordinación de Formación Profesional y Vinculación Universitaria (CFPVU) en abril del 2017, elaborado con el apoyo de la Coordinación de Formación Básica (CFB), Coordinación de Planeación y Desarrollo Institucional (CPDI), Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa (FPIE) y el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo (IIDE).

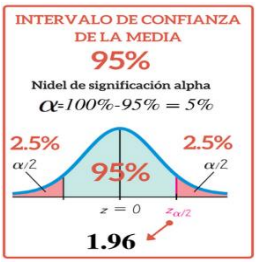
La encuesta general se orientó en 6 grandes temas:

7. Datos generales del egresado
8. Formación y desarrollo profesional
9. Ejercicio profesional
10. Satisfacción y pertinencia de la formación recibida (general y específica para el Programa Educativo
11. Actores, servicios e infraestructura institucionales
12. Sentido de pertenencia e identidad.

Por lo tanto, el tamaño de la muestra de egresados del Programa Educativo Bioingeniería, nos indica lo siguiente:

1. Población (N): La población está conformada por egresados de cada PE. Para establecer concretamente este apartado, se cuenta con una la base de datos actualizada de Empleadores que tienen algún convenio o acuerdo de colaboración con la FIM a través de PP, PVVC, entre otros. Esta información es proporcionada por la CFPyVU de la FIM.
2. Precisión del estudio:
    a. Margen de error (e): Se establece un margen de error de 10% a fin de obtener una respuesta aproximada de la muestra al “valor real” en la población.
    b. Nivel de confianza (puntuación z): Un nivel de confianza del 95% es establecido ya que es considerado el estándar industrial.
3. Tamaño de muestra (n) de cada PE: Establecidos los parámetros anteriores, se calcula el tamaño de muestra de cada PE como se muestra en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2\,pq}{e^2(N-1) + Z\,pq}$$



Para el análisis de egresados a nivel Estado, actualmente se cuenta con un total de 386 egresados de todas las generaciones, distribuidos como se muestra en las siguientes tablas, y aplicándose una total de 130 encuestas.

Tabla 3. Cantidad de Egresados por Unidad Académica

Unidad Académica	Cantidad de Egresados
FIAD	92
FIM	150
ECITEC	144
Total	**386**

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Frecuencia y Porcentaje de egreso por institución

	Frecuencia	Porcentaje (%)	Porcentaje válido (%)	Porcentaje acumulado (%)
Facultad de Ingeniería (Mexicali)	30	23.1	23.1	23.1
Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (Valle de las Palmas)	60	46.2	46.2	69.2
Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (Ensenada)	40	30.8	30.8	100.0
Total	**130**	**100.0**	**100.0**	

Fuente: Elaboración propia.

Como parte del presente estudio diagnóstico se genera un análisis referido al seguimiento de egresados, tomando como base todos aquellos Bioingenieros que concluyeron sus estudios de licenciatura en la UABC a partir del año 2012-2. Cabe mencionar que este análisis incluye a todas las generaciones que han egresado del Plan de Estudios vigente (2009-2).

Para definir los reactivos de las encuestas se realizó un trabajo colegiado entre pares académicos de los diversos campus donde se oferta. Posteriormente, las encuestas fueron aplicadas mediante una página de internet. La invitación se hizo extensiva a través de diversos medios[4].

[4] Encuesta a Egresados: http://148.231.130.237/limesurvey/index.php/816163/lang-es-MX

La encuesta se aplicó durante los meses de abril y mayo de 2017, por lo que se llevó a cabo un rastreo de egresados de la licenciatura de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería Mexicali (FIM), la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño (FIAD) y de la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (ECITEC), con el apoyo de la Coordinación de Formación Profesional y Vinculación de las mismas facultades.

Las opiniones, comentarios y sugerencias vertidas en las encuestas se manejan en estricto apego a los principios de confidencialidad, en ese sentido se enuncian las opiniones textuales sin revelar nombres propios, nombres de empresas o instituciones.

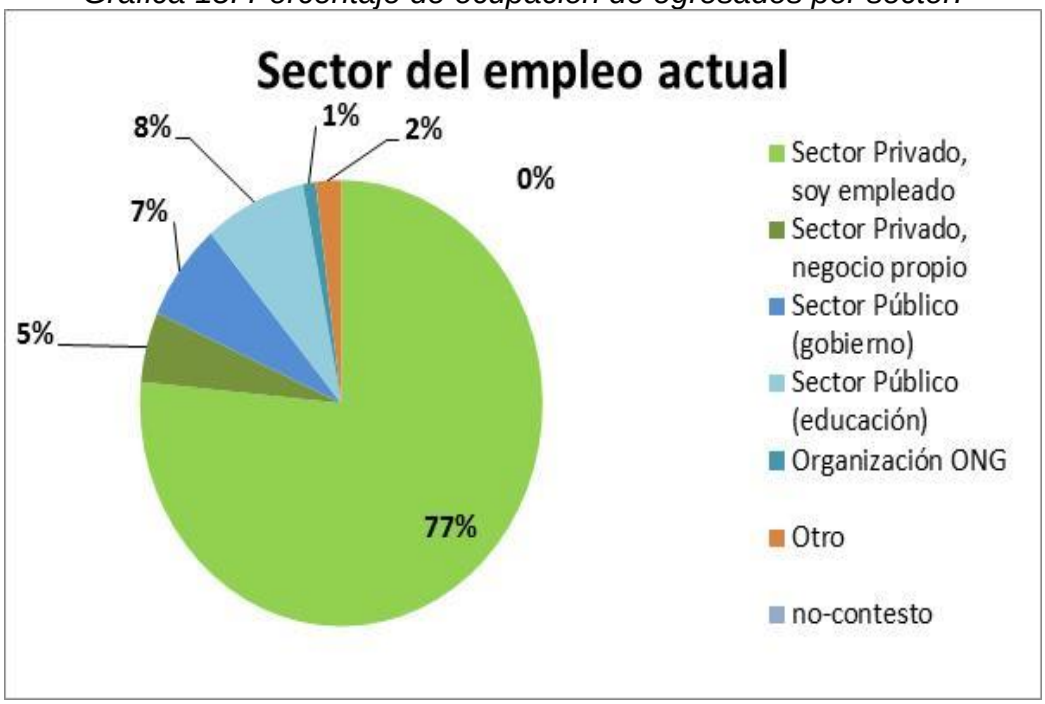
Resultados

De las encuestas aplicadas resultan datos estadísticos relativos al PE de Bioingeniería que se presentan a continuación. Cabe señalar que de todos los entrevistados, el 44% fueron mujeres y el 56% hombres. Asimismo, el 95.4% cuenta con una edad de entre 20 a 30 años.

El 75.4% de los egresados sí trabaja; y un 7.7% no, pero si ha ejercido la profesión; y el 16.9% no trabaja y no ha ejercido como ingeniero. Así que un 83.1% ha trabajado ejerciendo como ingeniero.

El 7% de los egresados labora en el sector público (gobierno); 8% en el sector educación; el 77% en el sector privado como empleado; el 5% cuenta con su negocio propio; el 2% en otro tipo de negocio y 1% en alguna ONG.

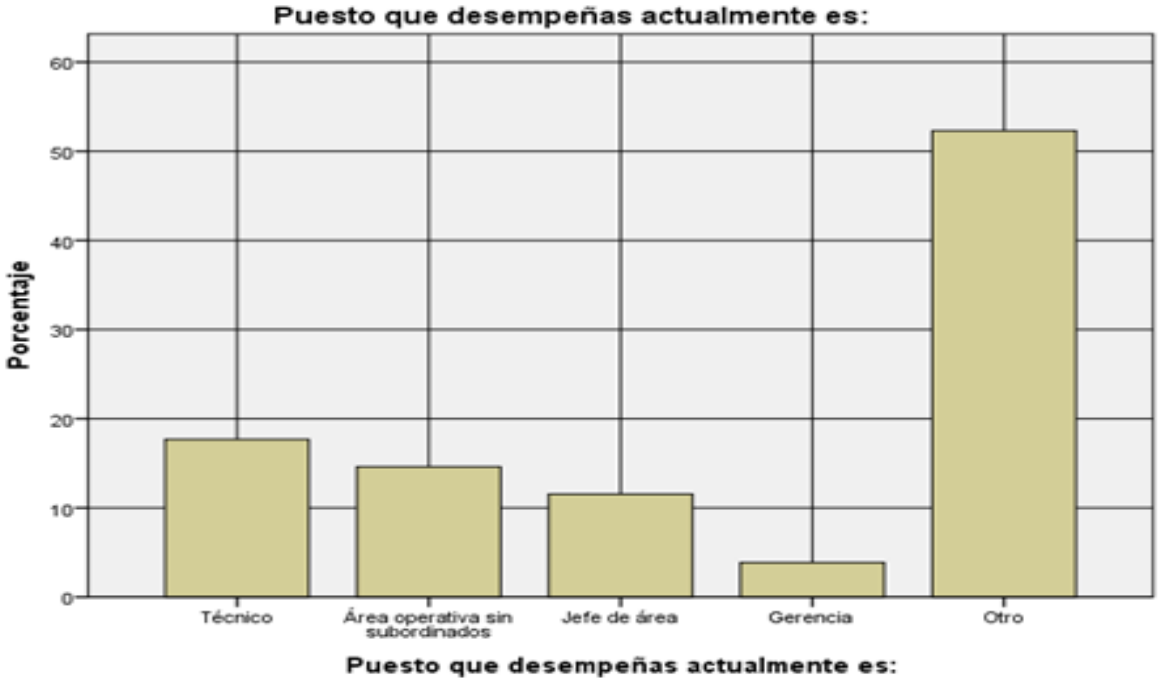
Gráfica 15. Porcentaje de ocupación de egresados por sector.



Fuente: Elaboración propia.

El 17.7% de los egresados se desempeñan como técnicos; el 3.8% es gerente; el 11.5% es jefe de área; el 14.6% está en un área operativa sin subordinados; y el 52.3% cuenta con “otro” tipo de puesto. Y revisando lo que declararon como puesto que desempeñan bajo la opción de “otro”, principalmente resulta ser de docentes, porque las demás respuestas en este tipo de puesto representan área operativa sin subordinados.

Gráfica 16. Distribución porcentual de egresados en puestos específicos



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la pregunta de "¿En qué área te desenvuelves profesionalmente?," en orden de mayor frecuencia tenemos:

- Procesos de manufactura 15.4%,
- Aseguramiento de la calidad 12.3%,
- Ingeniería clínica y gestión de mantenimiento 13.1%,
- Procesos biotecnológicos y microbiología 10.8%,
- Bioinstrumentación e instrumentación biomédica 6.2%,
- Biotecnología ambiental, salud ambiental y/o biorremediación 3.8%,
- Biomateriales 3.8%,
- Biología Molecular y/o genética 3.8%,
- Procesamiento de señales e imágenes biológicas 2.3%.

Pero además algunos egresados expresan no ubicarse entre estas áreas y responden estar en "otras áreas" con 28.5%.

Tabla 5. Área de desempeño profesional del egresado del Programa Educativo de Bioingeniería

¿En qué área te desenvuelves profesionalmente?	Frecuencia	Porcentaje
Procesos biotecnológicos y microbiotecnología	14	10.8
Biotecnología ambiental, salud ambiental y/o biorremediación	5	3.8
Bioinstrumentación e instrumentación biomédica	8	6.2
Procesamiento de señales e imágenes biotecnológicas	3	2.3
Biomateriales	6	3.8
Procesos de manufactura	20	15.4
Aseguramiento de la calidad	16	12.3
Ingeniería clínica y gestión de mantenimiento	17	13.1
Biología molecular y/o genética	5	3.8
Otro	37	28.5
Total	130	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Revisando los resultados expresados bajo la opción de “otro”, encontramos que se dividen por igual entre áreas de actividad en biotecnología y en ingeniería biomédica, así como aspectos de calidad y docencia, por lo que no modificamos los conteos respectivos de cada área específica expresada en la encuesta, ya que no darían cambios significativos a los mismos porcentajes expresados ya. Lo que sería interesante investigar a futuro, es si se presenta algún área, como de laboratorio de pruebas, o ventas o de mercadotecnia, entre la opción de “otras”.

Para indagar si el quehacer del egresado comprueba líneas de especialización marcadas en el programa, se agrupan las respuestas sobre el área en que se devuelven profesionalmente en tres ámbitos distintivos: el de Ingeniería Biomédica, el de Biotecnología y el de Manufactura y Calidad. En donde puede observarse un equilibrio de las áreas en que se ocupan profesionalmente, se obtuvieron los siguientes porcentajes globales:

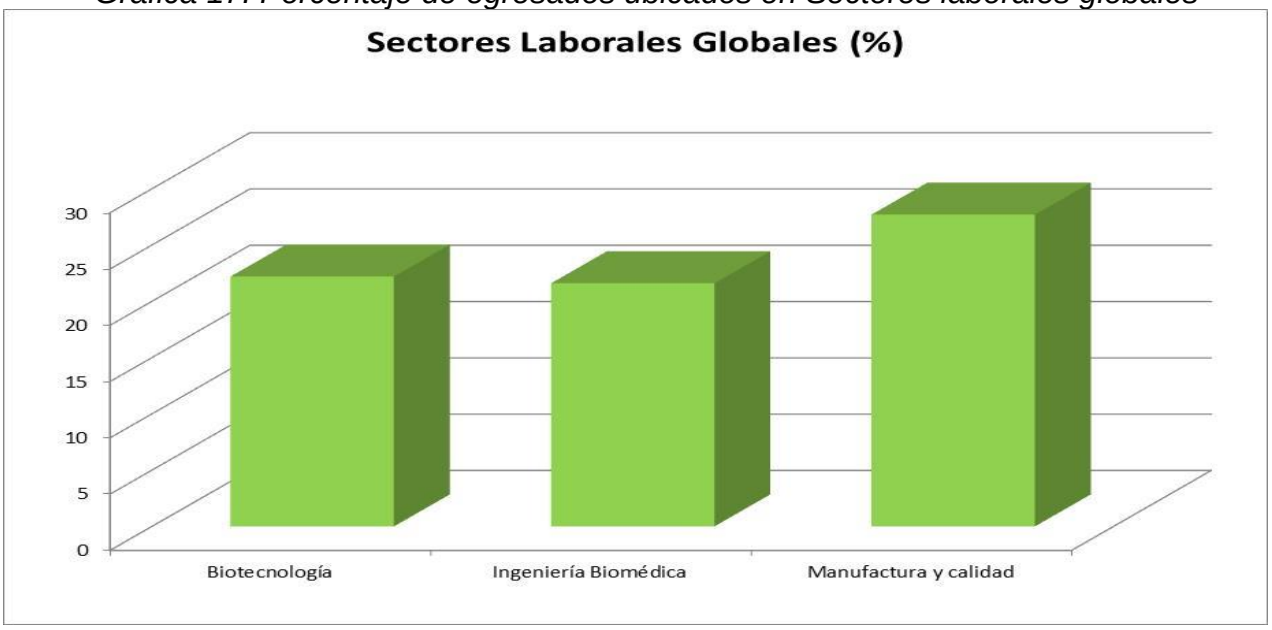
- Biotecnología (22.2%)
  - Procesos biotecnológicos y microbiología 10.8%,
  - Biotecnología ambiental, salud ambiental y/o biorremediación 3.8%
  - Biomateriales 3.8%
  - Biología Molecular y/o genética 3.8%
- Ingeniería Biomédica (21.6%)

- Ingeniería clínica y gestión de mantenimiento 13.1%
- Bioinstrumentación e instrumentación biomédica 6.2%
- Procesamiento de señales e imágenes biológicas 2.3%

o Manufactura y Calidad (27.7%)

- Procesos de manufactura 15.4%
- Aseguramiento de la calidad 12.3%

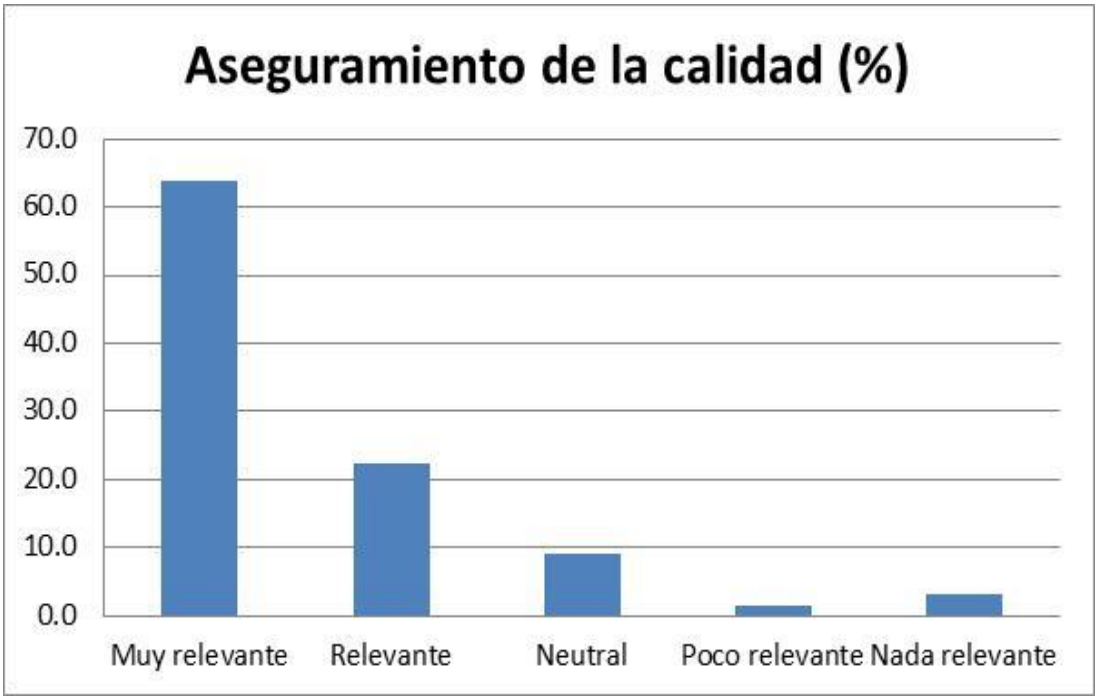
Gráfica 17. Porcentaje de egresados ubicados en Sectores laborales globales

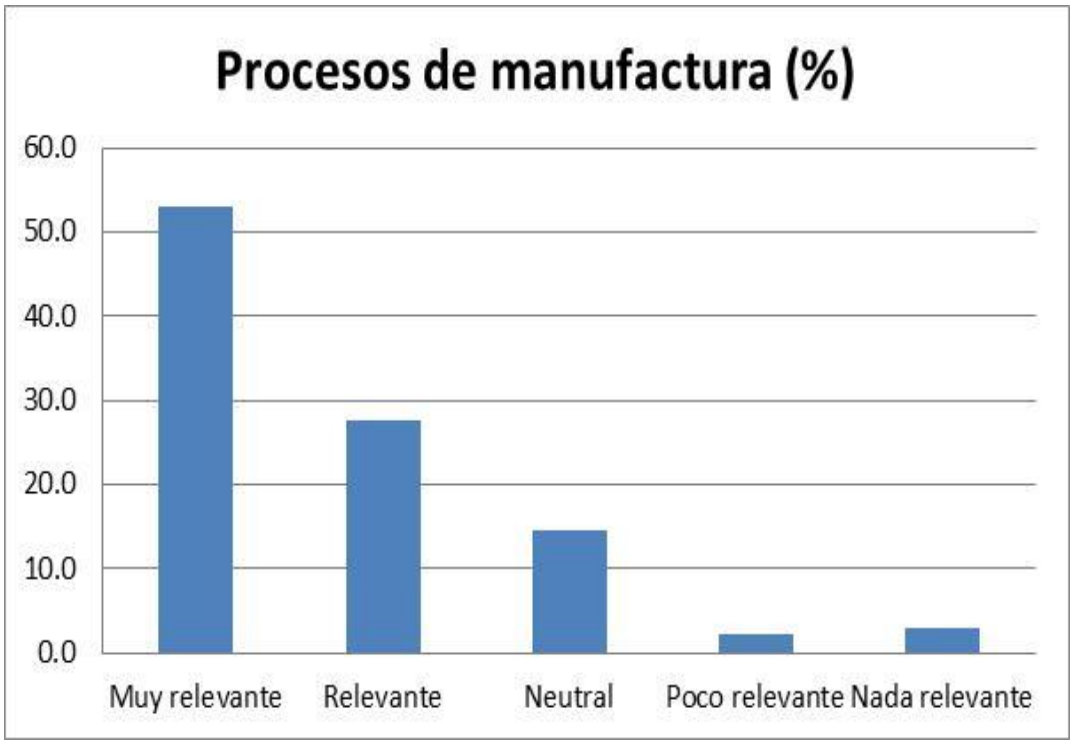


Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, pero con la intención de descubrir las líneas de especialización del Programa Educativo, se les preguntó a los egresados, que con base a su experiencia profesional valoran la relevancia de las áreas de Bioingeniería en el mercado laboral. Lo que coincide con la idea de representar tres posibles líneas del programa, la de Manufactura y Calidad, la de Ingeniería Biomédica, y la de Biotecnología. Y como se muestra en los porcentajes de respuestas obtenidas, en las siguientes figuras.

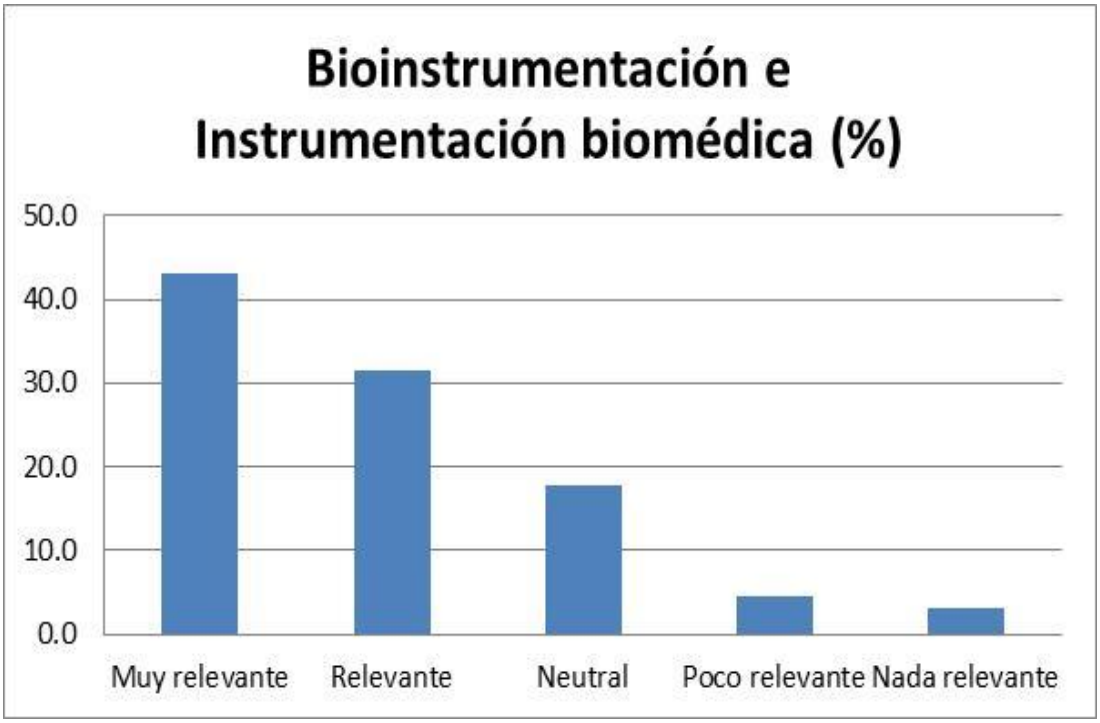
Gráfica 18. Relevancia en el mercado laboral de las áreas de Manufactura y Calidad

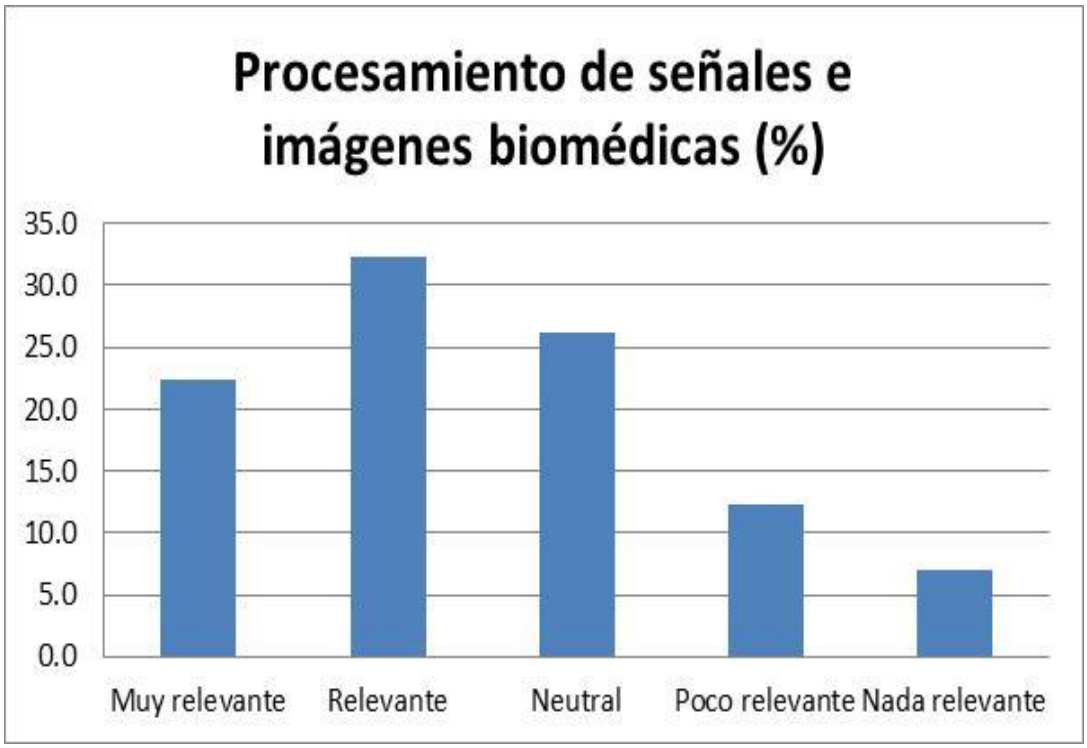




Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 19. Relevancia en el mercado laboral del área de Ingeniería Biomédica



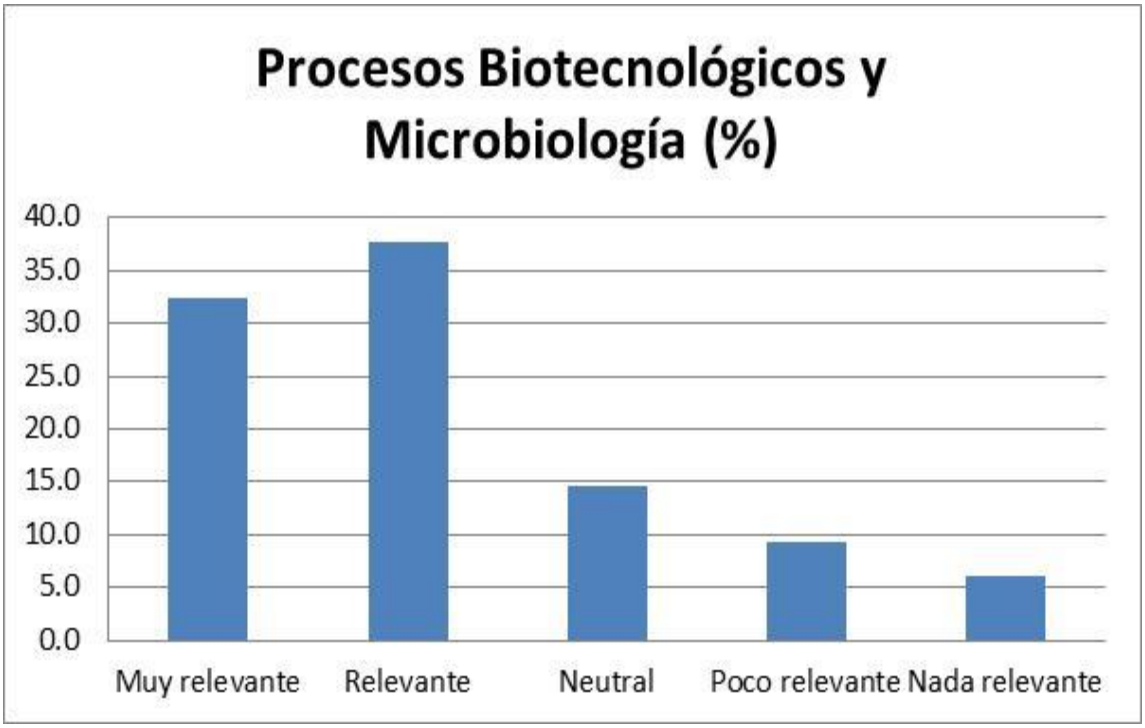


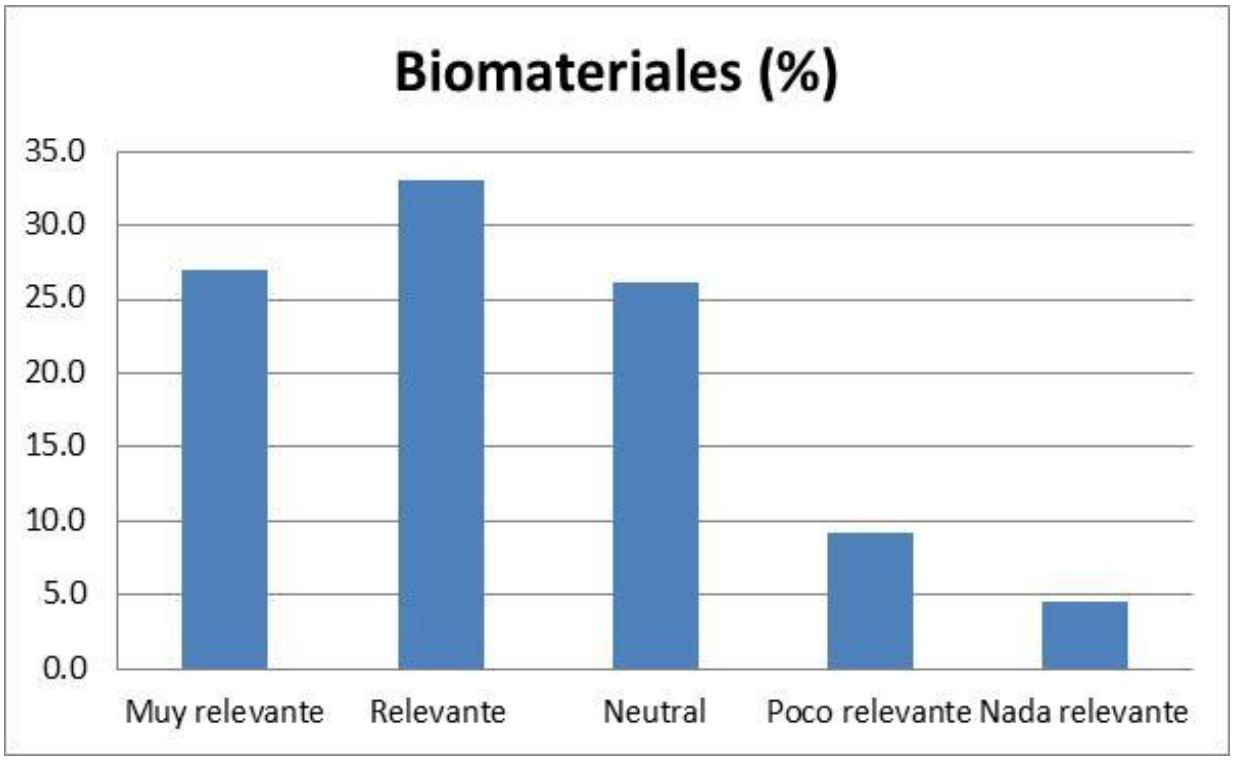
Fuente: Elaboración propia.

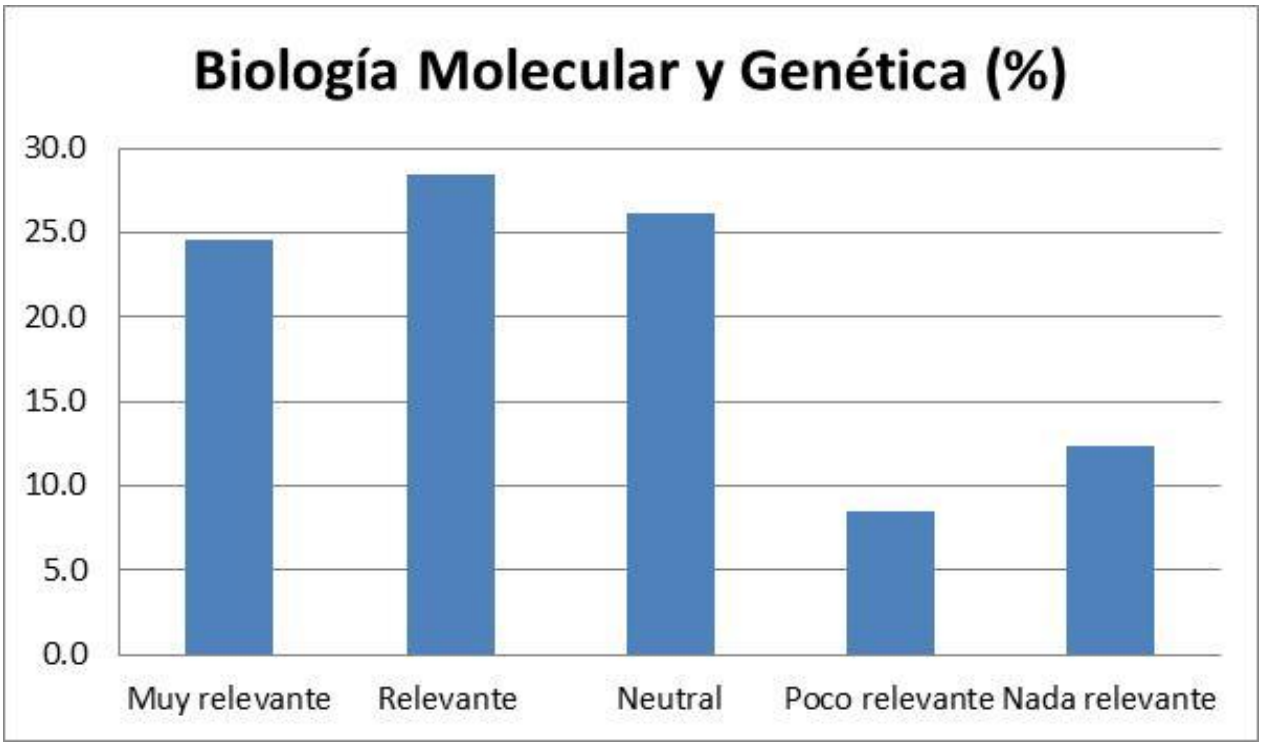


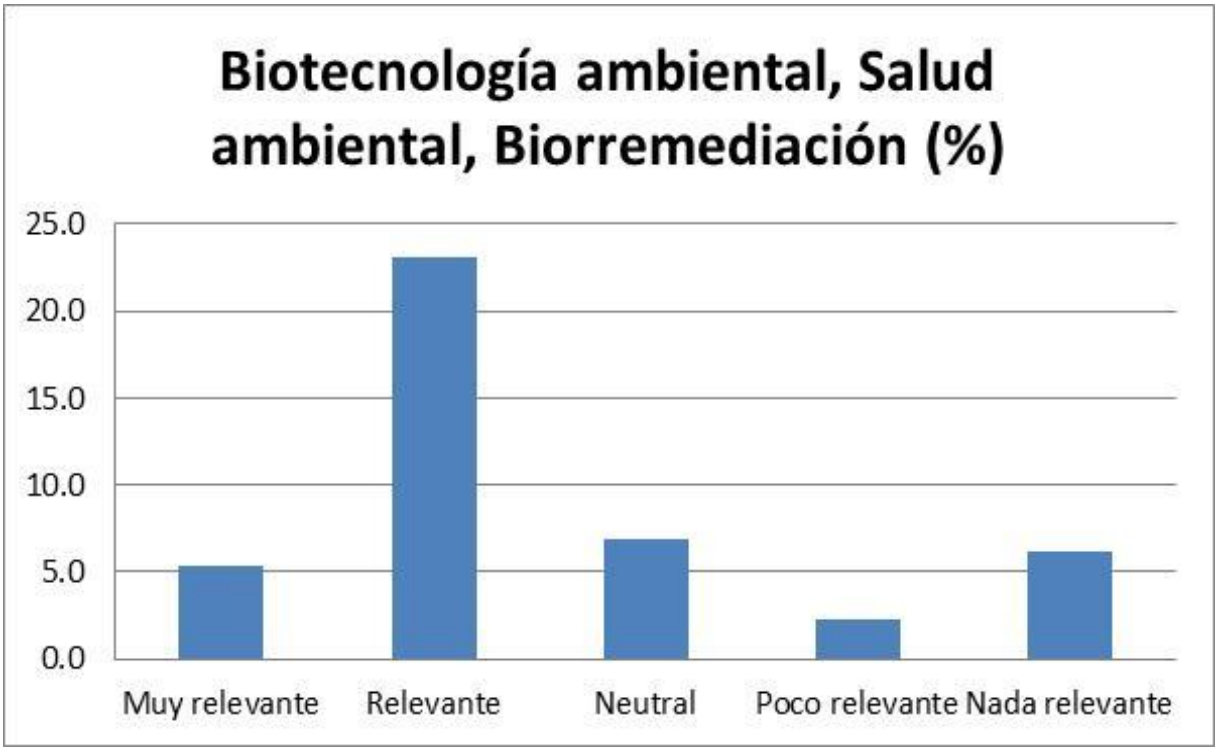
Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 20. Relevancia en el mercado laboral del área de Biotecnología




Biomateriales (%)
35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
Muy relevante
Relevante
Neutral
Poco relevante
Nada relevante


Biología Molecular y Genética (%)
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
Muy relevante
Relevante
Neutral
Poco relevante
Nada relevante



Fuente: Elaboración propia.

Derivado del análisis de las encuestas a egresados de Bioingeniería, que se realizaron durante el periodo de marzo-mayo 2017, se obtuvieron los siguientes resultados.

En cuanto al ejercicio profesional de los egresados, la mayoría de ellos trabaja en el sector privado como empleado, y con esto cubren una de las principales demandas externas al programa, pero además existe la oportunidad de aumentar la capacidad de emprendimiento de los egresados.

La gran mayoría de los egresados están satisfechos o totalmente satisfechos con la formación recibida, pues les ha permitido resolver necesidades y problemáticas del mercado laboral y de la sociedad.

Gráfica 21: Grado de Satisfacción por la formación Recibida en el Programa Educativo de Bioingeniería

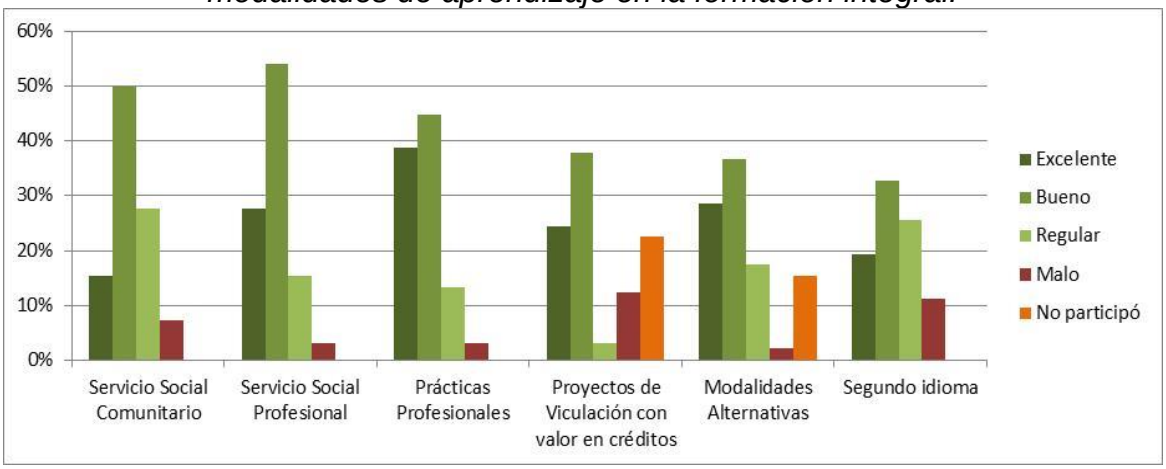


Fuente: Elaboración propia.

Existe interés en los egresados por continuar su desarrollo profesional, ya que el 31.5% de ellos está realizando o ha concluido estudios adicionales relacionados con su perfil profesional. Por lo que debemos reforzar el posgrado y ofrecer cursos de Educación Continua.

El 67% de los egresados piensa que el impacto que tienen las diversas modalidades de aprendizaje en la formación integral ha sido bueno o excelente. De la misma forma la gran mayoría piensa que el Servicio Social en general es bueno, así como las prácticas profesionales y los proyectos de vinculación, según se observa en la siguiente gráfica:

Gráfica 22: Valor porcentual asignado a la Importancia que tienen las diferentes modalidades de aprendizaje en la formación integral.



Fuente: Elaboración propia.

El egresado considera que las nuevas competencias predominantes y emergentes requeridas por el mercado laboral son el manejo de computadora y el idioma inglés.

Las recomendaciones de los egresados para mejorar el Programa Educativo se pueden resumir en las siguientes: contar con un seguimiento de egresados que acompañe al egresado al ámbito laboral; aumentar optativas de especialidad y convertir algunas materias optativas en obligatorias, como Análisis Estadístico y Aseguramiento de la Calidad; equilibrar el tiempo teórico-práctico de clases; y mejorar materiales, equipo, instrumentos y software.

Conclusiones

Se pudo realizar un seguimiento de egresados que permitió recabar información sobre el desempeño de los egresados en el mercado de trabajo para usarse como retroalimentación en la reestructuración del Programa Educativo. Se conoce la situación laboral de los egresados del Programa Educativo y se identifica el nivel de satisfacción de los egresados con la formación recibida. Así como información sobre las diversas modalidades de aprendizaje en la formación integral del egresado; y se obtuvieron recomendaciones de los egresados para mejorar el perfil de egreso del

Programa Educativo en términos de las nuevas competencias y habilidades requeridas por el mercado laboral.

A partir de lo que expresan los egresados será necesario modificar el Programa Educativo para adecuar el perfil de egreso a nuevas necesidades y se sugieren algunos cambios en unidades de aprendizaje del mapa curricular. El PE forma integralmente a los profesionales de la ingeniería con sus vertientes en Biotecnología, Ingeniería Biomédica y en Manufactura y Calidad.

3.1.4 Análisis de oferta y demanda

Introducción

En la actualidad en México, uno de cada cinco personas en el rango de edad entre los 19 y los 23 años puede acceder a la educación superior; pues se ha mantenido un ritmo de crecimiento exponencial de la población estudiantil en las IES respecto a hace poco más de una década. A pesar de la enorme expansión educativa, la demanda por educación superior es mucho mayor de la que puede ser satisfecha (Schmelkes, S., 2005).

En perspectiva histórica, las IES han creado oportunidades de desarrollo personal, movilidad social y crecimiento económico para varias generaciones en México. Lo que ha contribuido de forma importante al desarrollo del país. Sin embargo, las oportunidades educativas continúan siendo escasas en relación con la demanda y mal distribuidas en el territorio nacional, pues aún no se encuentra disponible sobre todo para los grupos más marginados y en especial en el área rural (Avaliação, 2008).

La expansión de la demanda y oferta responden entre otros factores a las presiones demográficas, al proceso de urbanización del país, a la rentabilidad de la educación en el mercado laboral y a las expectativas de movilidad social. Es decir, en

tanto la población aumente y se haga cada vez más urbana, la demanda por educación superior continuará incrementándose, y en la medida que las instituciones educativas respondan a ello aumentando su escala, la oferta también continuará creciendo. Asimismo, el crecimiento de la demanda por educación superior obedece a los incentivos económicos del mercado laboral (Díaz, 2008).

Bioingeniería es un campo muy amplio con muchas oportunidades de empleo en toda la industria. Por lo que el plan de estudios en bioingeniería debe ser impulsado en gran medida por las necesidades de las industrias. Bioingeniería ha emergido como una disciplina profesional principalmente en respuesta a la dependencia con la moderna tecnología médica y a la biotecnología.

Los egresados de Bioingeniería encontrarán trabajo en un mercado fuerte y en expansión con muchas y diversas oportunidades, y los programas de bioingeniería se irán conformando según los avances en la física, química y biología (Oakley, 2008). El término “bio“ que se le agrega a ingeniería es algo confuso, se refiere a la especialización de la ingeniería, y a veces se encuentra como los programas educativos más especializados de Ingeniero Biomédico o de Ingeniero Biotecnólogo, o aún más como Ingeniero Químico Ambiental.

Las Instituciones de Educación Superior deben concentrar sus esfuerzos en atraer a estudiantes cuyas necesidades se adecuen a la oferta educativa, con el fin de reducir niveles elevados de abandono de la universidad por parte de los estudiantes. Ahí radica la importancia que el programa de Bioingeniería no solo satisfaga la demanda si no que deberá cumplir con las expectativas de calidad de los demandantes.

El análisis de oferta tiene como propósito identificar y analizar la oferta de programas educativos similares o afines al Programa Educativo de Bioingeniería que se está evaluando con el fin de analizar la oferta de programas educativos a nivel institucional, estatal y nacional con los cuales el Programa Educativo compite. Así

también, el análisis de demanda consiste en identificar y analizar la demanda vocacional a nivel estatal que existe para cursar el Programa Educativo.

Metodología

En este apartado se presenta la metodología para el análisis de la oferta de programas similares o afines al programa de bioingeniería de la UABC. Se presenta la demanda a nivel estatal a través de la información del Sistema Educativo Estatal de Baja California (SEE), donde se cuenta estadística del gobierno del estado sobre todas las licenciaturas (Educación BC). El sistema de educación superior en esta Entidad se compone de más de 104 instituciones de licenciatura universitaria, según (SEE), dentro de las cuales la UABC está considerada.

Por otro lado, para la elección de los Programas Educativos nacionales se consultó a la Secretaría de Educación Pública para obtener información de la oferta educativa, y cabe resaltar que actualmente, existen sólo dos instituciones con programa de Bioingeniería en el país. Uno de estos programas educativos es nuestro programa de Bioingeniería de la UABC, y el otro es la Licenciatura en Bioingeniería Médica por parte de la Universidad Autónoma del Estado de México. Hasta hace poco también existía un programa de bioingeniería en la Universidad Politécnica de Pachuca, pero ya no se oferta como tal, sino que pasa a homologarse a uno de ingeniería biomédica (UPP). Por lo que se considera que los programas afines de Ingeniería Biomédica y los de Ingeniero Biotecnólogo, son una buena oferta similar a Bioingeniería, a las que tiene acceso un alumno que egresa de un bachillerato en el país, y de las que hay suficiente oferta nacional. Basado en esto, se analiza la oferta y demanda nacional sólo con los programas denominados de Bioingeniería que se publican en el Anuarios Estadísticos de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), junto con los programas más afines de la región.

La etapa de aplicación de encuestas a los bachilleratos de la región se realizó con el fin de conocer la demanda vocacional del Programa Educativo de Bioingeniería. La

muestra se obtuvo partiendo de una base de datos de 152 planteles de bachilleratos de los diferentes subsistemas educativos a nivel estatal, mismos que comprenden una población estudiantil de quintos y sextos semestres de 63,964 estudiantes matriculados. La muestra total captada fue de 10,846 estudiantes, la cual corresponde estadísticamente a un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 0.94%.

$$n = \frac{NZ^2\ pq}{e^2(N-1)+Z\ pq}$$

Resultados

La oferta educativa de licenciatura en bioingeniería en el noroeste del país, es cubierta tan sólo por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Otros PEs de la región relacionados con la bioingeniería son los de Ingeniería Biomédica y los de Ingeniería Química Ambiental, que se ofertan en el Instituto Tecnológico de Tijuana y de Mexicali, respectivamente. El programa de Ingeniería Biomédica del Instituto Tecnológico de Tijuana (Tec Tijuana) se empieza a ofrecer a partir del ciclo escolar 2011-2012. Mientras que el programa de Ing. Química (especialidad Ambiental) del Instituto Tecnológico de Mexicali (Tec Mexicali) se oferta desde 1994, pero presenta una oferta de plan nuevo a partir del 2010 para estar de acuerdo al avance científico. La tendencia de la población de estudiantes en este programa de Ing Química (especialidad ambiental) se puede encontrar en las estadísticas del ITM (Tec Mexicali-estadísticas).

Algunos de los datos publicados del programa de Bioingeniería UABC en el anuario estadístico de educación superior del ANUIES y de la SEE de B.C., no coinciden con la publicación elaborada por la Coordinación de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar de la UABC (CSEGE, UABC). La diferencia en números de las fuentes externas estriba en que los datos que presentan son estadísticos de inicio de ciclo escolar, sin considerar equivalencias, ni revalidaciones o bajas, además de que los alumnos en la UABC entran a un Tronco Común de Ciencias de la Ingeniería y talvez se reporta la intención de selección del Programa Educativo como matrícula de nuevo ingreso. Pero

el uso de estas bases de datos valida la comparación con de oferta entre programas educativos y la demanda vocacional para cursar un Programa Educativo.

Se encuentra la relación de demanda del bachillerato o solicitudes de primer ingreso contra aceptados en los PE de Bioingeniería y afines a Bioingeniería. En este caso se usa la estadística de los Anuarios Estadísticos de Educación Superior de ANUIES. Por otro lado, a manera de complemento de información sobre la demanda, se utiliza el estudio denominado Identificación de Áreas de Oportunidad para Profesionales en Baja California, que realizó la empresa PRECISA Marketing Group, con fecha de julio de 2016. Este estudio es solicitado por la Coordinación de Formación Básica y Vinculación Universitaria de la UABC. Y nos sirve para conocer la demanda vocacional a nivel estado, así como la demanda externa por parte de empleadores. Ya que en la realización de este proyecto se estructuro evaluar tres diferentes áreas como han sido:

- Demanda del Bachillerato
- Población Estudiantil Actual de UABC
- Demanda Externa

Y cuyo objetivo es evaluar la congruencia entre las mismas. Para lograr una homogenización de los datos, considerando que son tres estudios totalmente independientes se planteó la realización de una escala de evaluación numérica del 1 al 4 correlacionando los diferentes programas educativos por campus con respecto a las tres áreas investigadas, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Escala de evaluación del estudio de Identificación de Áreas de Oportunidad para Profesionales en Baja California, que realizó la empresa PRECISA Marketing Group.

DEMANDA BACHILLERATO	DEMANDA EXTERNA	ESCALA	CALIFICACIÒN
0 - 50	0% a 25%	1	BAJA
51 – 150	25.1% a 50%	2	MEDIA
151 - 300	50.1% a 75%	3	ALTA
301 a más	75.1% a 100%	4	MUY ALTA
	POBLACIÓN UABC	ESCALA	CALIFICACIÓN
	0	-	N/A
	1 – 499	2	MEDIA
	500 - 1000	3	ALTA
	1000 a más	4	MUY ALTA

Fuente: Elaboración propia.

En base a las estadísticas de la SEE, en la Tabla 7 y Gráfica 52, puede verse la matrícula por ciclo escolar de los programas de bioingeniería o similares que se ofertan en la región. Los cuales corresponden a tres campi de la UABC, un programa en el ITT y otro en el ITM. Las instituciones nacionales que ofertan programa de bioingeniería o afín se agregan en la Tabla 8 y Gráfica 52, y aquí se compara siguiendo la estadística de la ANUIES. En general se observa una tendencia del crecimiento de matrícula en la mayoría de los programas ofertados, con tan solo dos advertencias. La tendencia de la población de estudiantes en el programa de Ing. Química (especialidad ambiental) del ITM se había estacionado en 200 alumnos por varios años (del 2010 al 2015) pero en 2016 y 2017 creció hasta 270 alumnos, talvez porque es un programa muy antiguo haya llegado a su capacidad de atención y solo hasta los recientes ciclos escolares se observa el efecto del nuevo plan de estudios implementado. Otro caso es el programa de bioingeniería en la Universidad Politécnica de Pachuca que está en liquidación (sin nuevo ingreso), ya no se oferta como tal, sino que pasa a homologarse a un programa nuevo de ingeniería biomédica junto con el de Ing. en Biotecnología que ya se tenía, pero de reciente actualización. Por lo que podemos afirmar que hay una tendencia de crecimiento en la matrícula de los programas de bioingeniería y afines.

La coincidencia de estos otros programas regionales con nuevos planes de estudio, similares al de bioingeniería de la UABC (Plan 2009-2), demuestra la necesidad que se

tiene de este tipo de profesional de la ingeniería, y de que participamos y advertimos de esta oferta y demanda de la región a nivel estatal. Las diferencias con estas otras instituciones estatales, además de cursos y orientación, son que duran más tiempo (9 semestres), en los créditos del plan de estudios no consideran el estudio o trabajo adicional del alumno, y que se componen casi en su totalidad por asignaturas obligatorias. Como a nivel nacional son pocas las instituciones de educación superior que ofrecen Programas Educativos relacionados con la Bioingeniería, las mayormente relacionadas lo hacen con programas recientemente ofertados, tal es el caso de la Universidad Politécnica de Pachuca en Hidalgo y el de la Licenciatura en Bioingeniería Médica por parte de la Universidad Autónoma del Estado de México.

De entre todas las mencionadas opciones de oferta educativa en la región, el Programa Educativo de Bioingeniería de la UABC se distingue como una multidisciplina que brinda al estudiante una amplia y fuerte formación en ciencias y principios de ingeniería que le proporcionan las herramientas necesarias para su adaptación exitosa en cualquiera de los ámbitos del mercado laboral. Dos de los propósitos del Programa Educativo de Bioingeniería en la UABC son que los egresados cubran las necesidades de operación de los laboratorios sofisticados de alta tecnología que se tienen en la industria y además el incentivar que los alumnos se interesen por la investigación.

Según oficio de diciembre de 2014, enviado por Rectoría hacia la SES de la SEP, donde se reportan los resultados de la auditoría externa a la matrícula de la UABC correspondiente al segundo periodo escolar del 2014, el Programa Educativo de Bioingeniería atendía a 464 estudiantes (de tercero a octavo semestre) entre las tres sedes de la UABC. En la actualidad por periodo escolar, se registra un incremento en la población estudiantil que pasa a la etapa disciplinar del Programa Educativo de Bioingeniería (después de terminar Tronco Común) que tiende a completar en aproximadamente en el año 2019 el límite máximo de estudiantes atendidos (de tercer al octavo semestre) de 250 alumnos por cada sede de seguir con las condiciones actuales.

Asimismo, de los resultados del *estudio Identificación de Áreas de Oportunidad para Profesionales en Baja California*, realizado por la empresa PRECISA Marketing Group, y que evalúa tres parámetros: La demanda vocacional del bachillerato, la población estudiantil actual de UABC y la

En la Tabla 10 se presentan las solicitudes de ingreso a programas de bioingeniería y afines en las universidades, así como la cantidad de alumnos aceptados de nuevo ingreso y la matrícula total de los programas. Estos datos son extraídos de los Anuarios Estadísticos de Educación Superior de la ANUIES. En todos los casos de programas activos se ve un aumento de solicitudes de ingreso por ciclo escolar y el aumento de la matrícula demanda externa de los empleadores, se obtiene un valor aceptable en todos los casos y para cada una de las sedes donde se oferta Bioingeniería, como se muestra en la Tabla 9. Aunque la demanda del bachillerato hacia el ingreso a estos programas de la UABC es menor a la reportada por la ANUIES total. Debido a que el PE de Bioingeniería UABC supera la matrícula promedio del total de aceptados en Bioingeniería a nivel nacional, este indicador de oferta educativa muestra la pertinencia social de la institución.

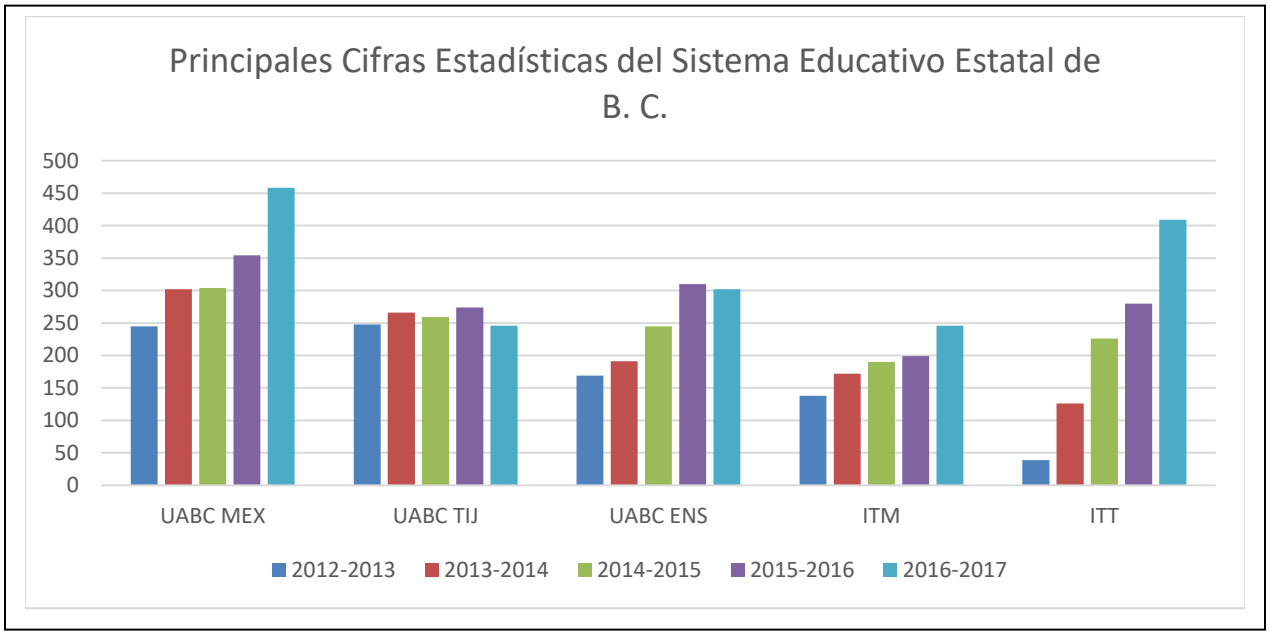
Se puede concluir que la demanda vocacional por parte de los alumnos de bachillerato es satisfactoria y la demanda externa por parte de los empleadores es alta para este tipo de profesional. Las solicitudes de ingreso a programas de bioingeniería de la UABC van en aumento y son superiores a la cantidad de alumnos que se acepta de nuevo ingreso, asegurando el flujo de alumnos a este programa de bioingeniería en los distintos campi de la UABC.

Tabla 7. Principales Cifras Estadísticas del Sistema Educativo Estatal de B. C., mostrando la matrícula total de los programas de bioingeniería d la UABC en las diferentes sedes y los programas afines de Ingeniería Biomédica (ITT) y de Ingeniería Química Ambiental (ITM).

	Ciclo Escolar				
	2012-2013	**2013-2014**	**2014-2015**	**2015-2016**	**2016-2017**
UABC MEX	245	302	304	354	458
UABC TIJ	248	266	259	274	246
UABC ENS	169	191	245	310	302
ITM	138	172	190	199	246
ITT	39	126	226	280	409

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 23. Matrícula total de los programas de bioingeniería d la UABC en las diferentes sedes y los programas afines de Ingeniería Biomédica (ITT) y de Ingeniería Química Ambiental (ITM). Datos tomados de: Principales Cifras Estadísticas del Sistema Educativo Estatal de B. C.



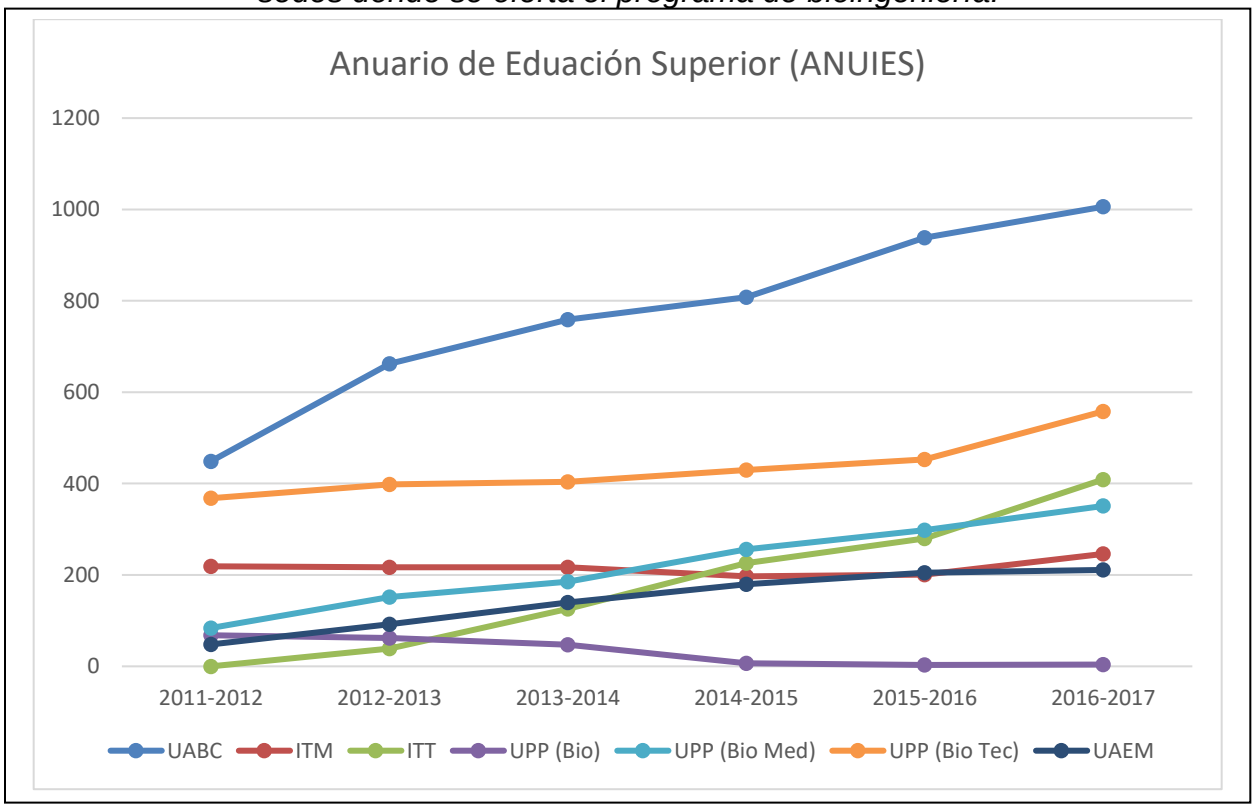
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Matrícula de alumnos en instituciones nacionales que ofertan programa de bioingeniería o afín, aquí se compara siguiendo la estadística de la ANUIES (Anuarios Estadísticos de Educación Superior). Los datos UABC corresponden al total de las tres sedes donde se oferta el programa de bioingeniería.

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
UABC	449	662	759	808	938	1006
ITM	219	217	217	197	201	246
ITT	0	39	126	226	280	409
UPP (Bio)	68	62	47	7	3	4
UPP (Bio Med)	84	152	185	256	298	351
UPP (Bio Tec)	368	398	404	430	453	558
UAEM	48	92	140	180	205	211

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 24. Matrícula de alumnos en instituciones nacionales que ofertan programa de bioingeniería o afín, aquí se compara siguiendo la estadística de la ANUIES (Anuarios Estadísticos de Educación Superior). Los datos UABC corresponden al total de las tres sedes donde se oferta el programa de bioingeniería.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Resultados del estudio Identificación de Áreas de Oportunidad para Profesionales en Baja California.

CAMPUS	PROGRAMAS EDUCATIVOS	DEMANDA. BACHILLERATO	POBLACION UABC	TOTAL EXTERNA	DEMANDA. BACHILLERATO	POBLACION UABC	DEMANDA EXTERNA
ENSENADA	Bioingeniero ENS	54	165	71.7%	MEDIA	MEDIA	ALTA
MEXICALI	Bioingeniero MXLI	78	202	67.7%	MEDIA	MEDIA	ALTA
TIJUANA	Bioingeniero TJ	73	177	71.7%	MEDIA	MEDIA	ALTA

Fuente: PRECISA Marketing Group, 2017

Tabla 10. Solicitudes de ingreso a programas de Bioingeniería y afines en las universidades, cantidad de nuevo ingreso aceptada y matrícula total de los programas.

	Ciclo Escolar	Lugares Ofertados	Solicitudes de Primer Ingreso	Primer Ingreso Total	Matrícula Total
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA					
BIOINGENIERÍA	**2011-2012**	330	170	132	449
	2012-2013	340	241	154	662
	2013-2014	382	263	159	759
	2014-2015	382	295	168	808
	2015-2016	411	299	179	938
	2016-2017	178	339	178	1006
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MEXICALI					
INGENIERÍA QUÍMICA	**2011-2012**	70	92	66	219
	2012-2013	70	67	67	217
	2013-2014	40	43	43	217
	2014-2015	40	67	50	197
	2015-2016	80	78	37	201
	2016-2017	80	78	64	246
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA					
INGENIERÍA BIOMÉDICA	**2011-2012**	NA	NA	NA	NA
	2012-2013	35	51	39	39
	2013-2014	80	198	79	126
	2014-2015	74	241	74	226
	2015-2016	70	141	68	280
	2016-2017	87	251	87	409
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PACHUCA					
BIOINGENIERÍA	**2011-2012**	0	0	0	68
	2012-2013	0	0	0	62
	2013-2014	0	0	0	47
	2014-2015	0	0	0	7
	2015-2016	0	0	0	3
	2016-2017	0	0	0	4
INGENIERÍA BIOMÉDICA	**2011-2012**	50	64	50	84
	2012-2013	67	85	67	152
	2013-2014	71	97	71	185
	2014-2015	76	92	76	256
	2015-2016	82	90	74	298
	2016-2017	101	119	91	351
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA	**2011-2012**	69	88	69	368
	2012-2013	106	144	106	398
	2013-2014	110	159	110	404
	2014-2015	121	141	121	430
	2015-2016	122	158	117	453
	2016-2017	130	211	126	558
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO					
LICENCIATURA EN BIOINGENIERÍA MÉDICA	**2011-2012**	60	204	48	48
	2012-2013	60	268	52	92
	2013-2014	60	294	58	140
	2014-2015	55	237	55	180
	2015-2016	53	271	45	205
	2016-2017	60	309	51	211

***Fuente**: Anuarios ANUIES, 2017*

Conclusiones

En general se observa una tendencia de crecimiento de la matrícula de los programas similares al programa de Bioingeniería de la UABC en la región, así como un incremento de matrícula del PE en sus diferentes campus.

De los diferentes programas regionales similares al PE de Bioingeniería, éste último se distingue como una multidisciplina que brinda al estudiante una amplia y fuerte formación en ciencias e ingeniería, que constituyen herramientas para su incorporación al mercado laboral.

3.2 Estudio de referentes.

3.2.1 Análisis prospectivo de la disciplina.

Introducción

El análisis prospectivo de la disciplina en la que se inscribe el Programa Educativo de Bioingeniería permite fundamentar su modificación o actualización y establecer la necesidad de formar a los profesionistas del campo de conocimiento de la disciplina.

En esta sección se persiguen los siguientes objetivos:

- Determinar el estado actual de la disciplina en el ámbito nacional e internacional.
- Señalar problemáticas o retos que debe atender la disciplina.
- Determinar el avance científico y tecnológico de la disciplina que sirva de base para fundamentar la modificación o actualización del Programa Educativo.
- Efectuar el análisis prospectivo de la disciplina y sus tendencias futuras.

Metodología

Se consultan diversas bases de datos, documentos y reportes nacionales como internacionales de las instituciones más importantes dedicadas a la evaluación de estándares para la disciplina, con lo que se genera un panorama suficientemente fundamentado de la situación actual y futura de la Bioingeniería.

Resultados

Una de las definiciones más aceptadas de Bioingeniería es aquella propuesta en 1972 por el "Committes of the Engineer's Joint Council" de los Estados Unidos (Poblet, 1988), (Osorno, 1994):

La Bioingeniería es la aplicación de los conocimientos recabados de una fértil cruza entre la ciencia ingenieril y la médica, tal que a través de ambas pueden ser plenamente utilizados para el beneficio del hombre.

Esta definición implica una colaboración que normalmente no puede obtenerse dentro de la estructura de cada disciplina por separado. Otra definición, realizada por Heinz Wolff en 1970, es la siguiente:

La Bioingeniería consiste en la aplicación de las técnicas y las ideas de la ingeniería a la biología, y concretamente a la biología humana. El gran sector de la Bioingeniería que se refiere especialmente a la medicina, puede llamarse más adecuadamente Ingeniería Biomédica.

Cabe destacar que estas no son las únicas definiciones que existen para la Bioingeniería, sin embargo, nos proporcionan una idea clara de la disciplina, de tal manera que podemos describir a un Bioingeniero como; un profesional que se ocupa de todos los aspectos tecnológicos relacionados de alguna manera al ámbito de la medicina y de la biología. Además, al igual que un biólogo o un médico, se encarga del

estudio y el análisis de todos los organismos vivos. A nivel molecular, celular y de aparatos y sistemas del cuerpo humano o de cualquier otra forma de vida.

Otra definición a tomar en cuenta es la del Instituto Nacional de Salud (NIH, National Institutes of Health) la cual dice que la Bioingeniería es:

La aplicación de conceptos y métodos de ingeniería, biología, medicina, fisiología, física, ciencia de los materiales, química, matemáticas y computación para el desarrollo de métodos y tecnologías para resolver problemas de salud en las personas. Cada campo de trabajo en el área de la Bioingeniería puede visualizarse como cuatro ramas importantes (ver Figura 4):

- Biotecnología; es definida como el conjunto de técnicas, procesos y métodos que utilizan organismos vivos o sus partes para producir una amplia variedad de productos.
- Ingeniería Biomédica; Es la aplicación de la ingeniería sobre la medicina en estudios con base en el cuerpo humano y en la relación hombre-máquina.
- Biología aplicada; Es la utilización de los procesos biológicos extendidos a escala industrial para dar lugar a la creación de nuevos productos.
- Ingeniería Ambiental; Es el uso de la ingeniería para crear y controlar ambientes óptimos para la vida y el trabajo.
- Biónica; Es la aplicación de los principios de los sistemas biológicos a modelos ingenieriles con el fin de crear dispositivos específicos.

Figura 4. Representación de la composición de la bioingeniería



El área de estudio de la Bioingeniería está en todas partes, aunque tal vez no siempre lo sabemos identificar. En estos últimos años ha existido un gran acercamiento hacia los productos e innovaciones tecnológicas y ha impulsado diferentes áreas del conocimiento, destacando el área médica y biotecnológica; desde la ingeniería de tejidos y biomateriales hasta la comercialización de productos de ingeniería biomédica, esta situación ha sido derivado del envejecimiento global.

Estas son algunas de las áreas que pueden utilizar productos generados a través de la Bioingeniería actualmente:

- Órganos artificiales y extremidades
- Tecnología de asistencia médica
- Biomateriales
- Software de simulación para entrenamiento en cirugías
- Cuidados intensivos en medicina
- Cirugía robótica guiada por visión
- Neuro tecnología
- Tele manipulación
- Tecnología médica portátil
- Tecnología en monitoreo deportivo
- Rehabilitación

- Implantes ortopédicos
- Modelado de movimiento biomecánico
- Imagenología médica

Figura 5. Dominios de la Bioingeniería y su relación con otras áreas

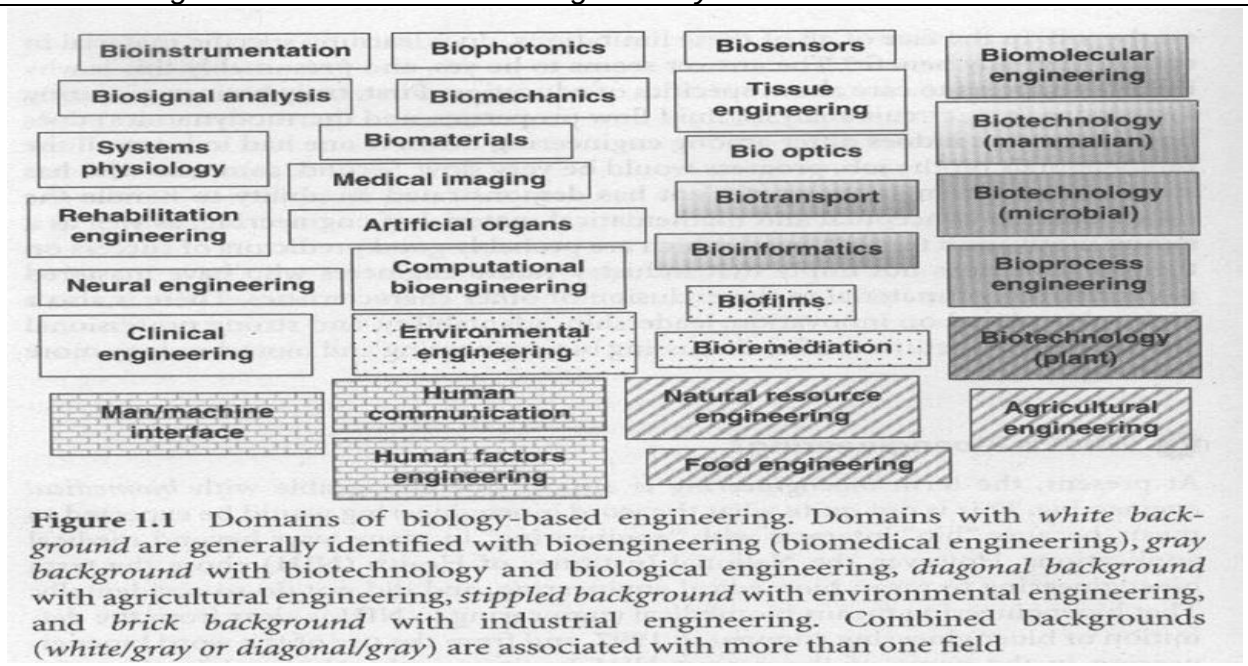


Figure 1.1 Domains of biology-based engineering. Domains with *white background* are generally identified with bioengineering (biomedical engineering), *gray background* with biotechnology and biological engineering, *diagonal background* with agricultural engineering, *stippled background* with environmental engineering, and *brick background* with industrial engineering. Combined backgrounds (*white/gray or diagonal/gray*) are associated with more than one field

Fuente: (Madhavan, Guruprasad, Oakley**,** Barbara, Kun, Luis, 2008)

De acuerdo al informe elaborado por la Organización de las Naciones Unidos (ONU), “Perspectivas demográficas mundiales, revisión 2015” (Kelly, 2014), destaca la tendencia cada vez más acentuada del envejecimiento de la población a nivel mundial. Actualmente el 12% de la población mundial tienen una edad de 60 años o más (900 millones de habitantes); se estima que para el 2050 este segmento de población representará la cuarta parte de la población que conllevará a un incremento en la demanda de dispositivos médicos, así como soluciones orientadas a la asistencia domiciliaria.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud define al dispositivo médico como cualquier instrumento aparato, implante, máquina, reactivo in-vitro, calibrador, software, material o artículo que sirva para alguno de los siguientes propósitos:

- Diagnóstico, prevención, monitoreo, tratamiento o alivio de alguna enfermedad o lesión.
- Investigación, reemplazo, modificación o soporte de la anatomía de un proceso fisiológico.
- Soporte y conservación de la vida
- Control natal
- Desinfección de los propios dispositivos médicos
- Equipos de diagnóstico y análisis clínico

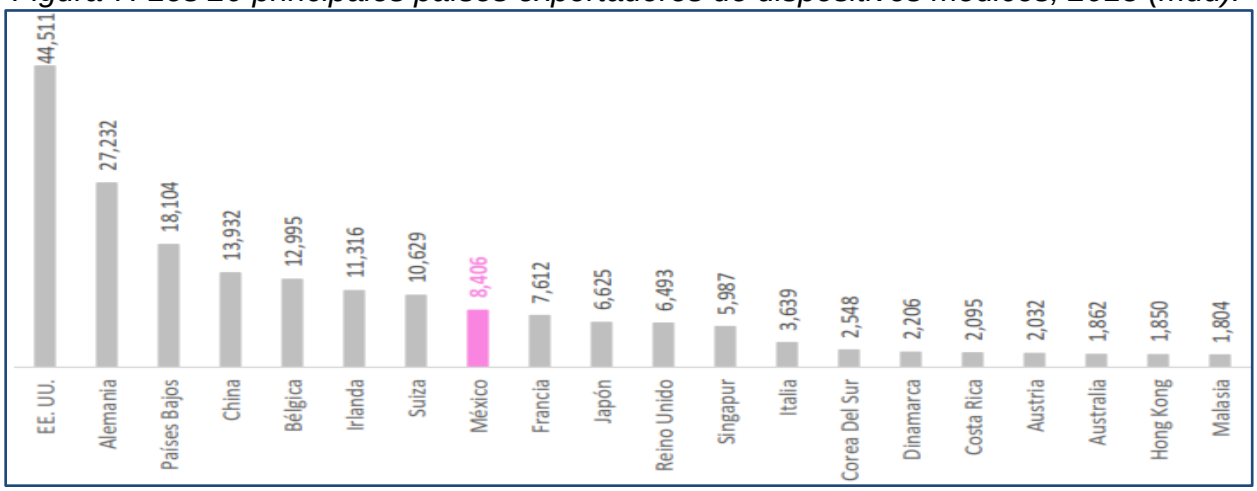
Adicionalmente se prevén incrementos globales importantes en incidentes de tránsito, enfermedades cerebrovasculares, cáncer de pulmón y estómago, cardiopatía isquémica, trastornos depresivos y neuropatía obstructiva crónica. Por ello, en el ámbito empresarial cada vez es más común que empresas ajenas al sector médico incursionen en este sector buscando los beneficios económicos en dicho mercado; Apple por ejemplo ha desarrollado la aplicación HealthKit (ver Figura 6) que permite brindar a sus usuarios información acerca de su estado de salud; frecuencia cardiaca, calorías quemadas, azúcar en la sangre, colesterol, etc. Google desarrolló Google Fit, cuya finalidad es simular a la de su competidor (Kelly, 2014). En México, durante la última década la industria de dispositivos médicos se ha consolidado como principal proveedor del mercado más importante del mundo: Estados Unidos.

Figura 6. Interface HealthKit de la compañía Apple



En 2015, la producción en el sector de los dispositivos médicos alcanzó un valor de 663 mmd y se estima que, gracias a las nuevas tecnologías y tendencias demográficas, para el periodo 2015-202 la tasa media de crecimiento anual permitirá alcanzar un valor de 894 mmd (Gómez et al., 2013). En 2015, el principal productor de dispositivos médicos fue Estados Unidos con una participación de 38.2%, seguido por China con 22.1%, Alemania con 6.5% y Japón con 4%. En cuanto a la producción en América del Norte se estima que la producción de dispositivos médicos alcanzará el 38.8% del mercado global.

Figura 7. Los 20 principales países exportadores de dispositivos médicos, 2015 (mdd).



El caso de la América latina la esperanza de vida es también creciente y mantiene una creciente demanda por productos y desarrollos innovadores en el área biomédica. En un estudio realizado la Revista Commercial Biotechnology (Quezada, 2006), se destacan las áreas de oportunidad y particularmente aquellas en donde interviene el área Biotecnológica. El estudio citado señala a México como un país importante de gran relevancia en América Latina pues constituye una fuerte actividad en los sectores de: Agricultura, Salud Humana y Salud Animal, Procesos alimentarios, Aplicaciones ambientales, Biotecnología Industrial (enzimas, fermentaciones).

En el área de investigación y desarrollo, las tendencias más marcadas están en los temas de investigación relacionados al cerebro, EEG, interfaces cerebro-máquina, investigación del corazón, dispositivos con comunicación inalámbrica y dispositivos vestibles, esto con base al número de publicaciones por área temática que presentan las diferentes revistas de alto impacto en las áreas relacionadas a la Bioingeniería (Lange et al, 2016), (IEEE Pulse, 2015). Particularmente en Latinoamérica las tendencias en Investigación se han enfocado a las tecnologías de asistencia para rehabilitación motora para pacientes, protocolos de rehabilitación, diagnóstico temprano de la diabetes.

Además de las tendencias en las áreas biomédicas, los estudiantes del Programa Educativo de Bioingeniería son fuertemente influenciados por el área Biotecnológica. En este sentido la Biotecnología ha logrado una evolución acelerada en las últimas décadas y ha impactado fuertemente en el desarrollo de diversos sectores económicos, en particular los orientados al mejoramiento de la salud, producción agrícola, producción pecuaria, prevención del deterioro y mejoramiento del ambiente, así como a la transformación industrial orientada a la producción de fármacos y alimentos.

La Biotecnología incluye a un conjunto de conocimientos multidisciplinarios y que incluyen entre otros: Biología Celular, Microbiología, Nanotecnología, Informática, Matemáticas, Estadística, Ecología, Procesos de fermentación separación y purificación. Así, las tendencias tecnológicas asociadas a ésta dependen también de los desarrollos en las áreas indicadas siguientes (Rebolledo), (CONACYT - Agenda del área Biotecnología, 2015):

Tecnologías críticas para el desarrollo de la Biotecnología:

- Desarrollo de nuevas enzimas para aplicaciones específicas.
- Nuevos métodos para inmovilización de enzimas.
- Mejora de tecnologías para la producción, purificación y estabilización de enzimas.
- Sistemas de control de expresión de múltiples genes para ingeniería metabólica y producción de sistemas enzimáticos complejos.
- Convergencia de la bio-nanotecnología para el desarrollo de múltiples dispositivos.

Tecnologías críticas para el sector biofarmacéutico:

- Automatización de la separación e identificación de proteínas.
- Establecimiento de la estructura terciaria de proteínas.
- Desarrollo de algoritmos de bioinformática para predecir bio-actividad y funcionalidad de proteínas.
- Métodos masivos para el análisis de las interacciones proteína – proteína y proteína Ultra-secuenciación
- Caracterización molecular de subtipos de enfermedades.

- Métodos de generación de modelos animales.
- SIRNA (Small Interference RNA) para análisis funcional masivo y validación de dianas terapéuticas.
- Ingeniería de células y tejidos.
- Modulación controlada de células pluripotenciales para uso en terapias.
- Vectores de terapias génicas.
- Diagnóstico molecular de enfermedades (micro-arreglos).

Conclusiones

La bioingeniería como Programa Educativo multidisciplinario surgido de la aplicación de los conocimientos de la ingeniería en las ciencias biológicas y de la salud, ofrece posibilidad de obtener mejores resultados que los obtenidos al aplicar cada disciplina por separado en lo referente a desarrollo e innovación tecnológica.

De acuerdo al análisis del estado actual en la tecnología, así como las tendencias globales en la disciplina podemos concluir lo siguiente: Existe una demanda real de bioingenieros, misma que incrementará considerablemente durante los próximos años, debido al envejecimiento de la población mundial y el surgimiento de nuevos padecimientos clínicos. En este sentido, la fuerte inversión de empresas en el desarrollo de nuevas tecnologías biomédicas, requerirá entonces de expertos en su diseño y desarrollo, así como también en su instalación y mantenimiento.

Por otra parte, el perfil biotecnológico de los Bioingenieros se encuentra en la actualidad con un panorama muy prometedor pues la industria global de la biotecnología ha mostrado una tasa de crecimiento sumamente alta durante los últimos años. Lo anterior se debe, entre otros factores, a su amplio potencial para brindar soluciones a los problemas a los que se enfrenta la humanidad hoy en día en áreas como salud, agricultura, alimentación y medio ambiente, entre otras.

3.2.2 Análisis de la profesión.

Introducción

El análisis de la profesión para el Programa Educativo de Bioingeniería permitirá fundamentar la modificación o actualización y señalar la necesidad de formar a los profesionistas en el campo de acción, su entorno y la evolución y prospectiva de la profesión a la que hace referencia el Programa Educativo de Bioingeniería. Dentro de esta sección se abordan los siguientes puntos de interés:

- Describir y analizar el entorno de la profesión del Programa Educativo.
- Analizar y describir las prácticas de la profesión.
- Analizar las profesiones afines con las que comparte su ejercicio y práctica profesional.
- Analizar la evolución y prospectiva de la profesión en el contexto nacional e internacional.

Metodología

Se consultan diversas bases de datos, documentos y reportes nacionales como internacionales de las instituciones más importantes dedicadas a la evaluación de estándares para la profesión, con lo que se genera un panorama suficientemente fundamentado de la situación actual y futura de la Bioingeniería.

El análisis de la profesión se efectuará mediante una investigación documental que permita identificar el entorno de la profesión, sus campos y prácticas profesionales, su evolución y prospectiva.

- Identificar información de fuentes de bases de datos nacionales e internacionales.
- Identificar información de la profesión: descripción de la profesión, entorno de la profesión, campo de acción y prácticas profesionales, profesiones afines, evolución y prospectiva.

- Analizar los diversos aspectos de la profesión y fundamentar la necesidad e importancia de modificación del PE.

Resultados

La Bioingeniería es una disciplina relativamente nueva que surge de la aplicación de los conocimientos de la ingeniería en las ciencias biológicas. El resultado conseguido normalmente no puede obtenerse dentro de la estructura de cada disciplina por separado.

De acuerdo con esta definición, un estudiante del Programa Educativo de Bioingeniería debía de tener fuertes bases en ingeniería, conocer algo acerca de las ciencias de la salud y tenía que ser capaz de construir un puente que cerrara la brecha entre ambas disciplinas.

Los puentes eran angostos y débiles hasta antes de los años ochenta y restringidos a tráfico en un solo sentido: Las técnicas de la ingeniería eran aplicadas para resolver los problemas de ciencias de la salud y medicina. Posterior a los años ochenta y principalmente en los noventa, se dio una “Revolución Biológica” que demandaba estudiantes con un mayor conocimiento de las ciencias naturales (Biología, Medicina, Química y Física) y que el puente se reforzará para permitir un tráfico en dos sentidos.

La ingeniería no sólo es utilizada para resolver problemas en Biología, sino que un entendimiento creciente de los sistemas vivos a niveles celular y molecular sugiere el aprendizaje de lecciones aprendidas de millones de años de evolución para el diseño de sistemas artificiales hacen necesario un enfoque integrado y sistémico para resolver problemas y procesos más complejos (Ortiz et al. 2002), (Médicos, D. 2014).

En lo que respecta al desarrollo académico de la Bioingeniería, comenzó a finales de los años cincuenta y principios de los sesenta en los posgrados. Al inicio se hizo énfasis en la instrumentación e ingeniería eléctrica y posteriormente se fueron

incorporando las aportaciones de otras disciplinas. El primer programa doctoral fue establecido en 1961 en la Universidad de Pensilvania. Inicialmente el énfasis era en entrenar a los profesionistas en las áreas de posgrado y posteriormente se diseñaron programas universitarios a nivel de licenciatura de ingeniería.

Tabla 11. EUM: Instituciones de educación superior que ofrecen el Programa Educativo de Ingeniería Biomédica o similar.

Institución	Nombre del programa
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM, Iztapalapa).	Ingeniería Biomédica
Universidad Iberoamericana (UIA).	Ingeniería Biomédica (DF) Ingeniería en Bionanotecnología (León, Gto.)
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	Ingeniería Biomédica en el DF, Chihuahua, Guadalajara, Monterrey
Instituto Politécnico Nacional, (UPIBI) DF.	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG).	Ingeniería Electrónica Biomédica, Ingeniería en Biotecnología
Universidad de Guadalajara (UDG)	Ingeniería Biomédica
Universidad Politécnica de Pachuca (UPP)	Ingeniería Biomédica
Universidad La Salle (ULSA)	Campus Central -Ingeniería Biomédica. Laguna, Noroeste, Chihuahua Ingeniería Electromédica.
Universidad de Monterrey (UDEM).	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ, Instituto de Ingeniería y Tecnología).	Ingeniería Biomédica
Universidad Politécnica de Chiapas (UPCH).	Ingeniería Biomédica
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	Ingeniería en Biotecnología, Ingeniería Biónica
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)	Ingeniería Biomédica
Universidad Modelo Mérida.	Ingeniería Biomédica
Instituto Nacional de Rehabilitación, (INR) Escuela Superior de Rehabilitación (DF)	Licenciatura en Órtesis y Prótesis
Universidad de Guanajuato	Licenciatura en Ingeniería Biomédica
Universidad De la Salle	Ingeniería Biomédica
Universidad Politécnica Bicentenario	Ingeniería Biomédica
Universidad Iberoamericana	Ingeniería Biomédica

En el transcurso de los últimos años se ha creado en México una importante red de centros de investigación en diferentes áreas de la Bioingeniería: Biomédica y

Biotecnológica. Dicha red se encuentra impulsada principalmente por tres importantes instituciones del país: la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

En lo referente al área Biomédica el número de instituciones de educación superior que ofertan el Programa Educativo de Ingeniería Biomédica es reducida, pudiéndose separar en aquellas que imparten la licenciatura en Ingeniería Biomédica como tal y aquellas que ofrecen un módulo terminal como opción de especialización.

Tabla 12. EUM: Instituciones de educación superior que ofrecen un módulo terminal o especialización en Ingeniería Biomédica o similar.

Institución	Nombre del Programa
Universidad Nacional Autónoma de México	Ingeniería electrónica, Ingeniería en Computación, Ingeniería Mecatrónica Modulo terminal en Ingeniería Biomédica
Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI - Guadalajara)	Ingeniería Mecatrónica con especialización en Biomédica
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).	Electrónica y Automatización, Electrónica y Comunicaciones con materia opcional Ingeniería Biomédica
Instituto Tecnológico de Morelia.	Ingeniería Electrónica especialización en Instrumentación Biomédica.

En lo referente al área Biotecnológica, en México se ofrecen alrededor de 190 licenciaturas en áreas relacionadas directamente con la biotecnología (biología, bioquímica, ciencias biomédicas y químicas, farmacéutica, ingenierías en industrias alimentarias, agronomía y veterinaria). Además, el 30% de estas instituciones cuentan con programas de posgrados relacionados directamente e indirectamente con la biotecnología (maestrías y doctorados en ciencias químicas, biotecnología, ingeniería

química, tecnologías alimentarias, agrícolas y pecuarias, ingeniería biomédica, desarrollos farmacéuticos, entre otros).

Tabla 13. EUM: Centros de investigación especializados en biotecnología en México

Centros de Investigación	Entidad Federativa
Instituto de Investigaciones Biomédicas UNAM (IIB)	Distrito Federal
Instituto de Fisiología Celular UNAM	Distrito Federal
Centro de Ciencias Genómicas UNAM (CCG)	Morelos
Instituto de Biotecnología UNAM (IBt)	Morelos
Facultad de Química UNAM	Distrito Federal
Instituto Nacional de Medicina Genómica de la Secretaría de Salud (INMEGEN)	Distrito Federal
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) D.F.	Distrito Federal
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) Irapuato	Guanajuato
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR)	Baja California Sur
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB)	Distrito Federal
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional (UPIBI)	Distrito Federal
Centro Interdisciplinario de Investigación y Estudios sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional (CIEMAD)	Distrito Federal
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI)	Morelos
Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico Nacional (CBG)	Tamaulipas
Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional (CIBA)	Tlaxcala
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Durango del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR Durango)	Durango
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR Sinaloa)	Sinaloa
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California CONACYT (CICESE)	Baja California
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. CONACYT (CIBNOR)	Baja California Sur
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco CONACYT (CIATEJ)	Jalisco
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica CONACYT (IPICYT)	San Luis Potosí
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. CONACYT (CIAD)	Sonora
Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. CONACYT (CICY)	Yucatán
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara (CUCBA)	Jalisco
Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos	Morelos
Instituto de Biotecnología de la Universidad Autónoma de Nuevo León	Nuevo León
Centro de Biotecnología FEMSA- Tecnológico de Monterrey	Nuevo León

Es importante destacar que un alto porcentaje de los centros de investigación se concentran en los estados de Morelos, Guanajuato, Jalisco, Distrito Federal y Nuevo León. Dichas entidades federativas se han convertido en bioclústeres debido a su alto nivel de especialización en Biomédica/Biotecnología. Entre los clústeres más

importantes de México está el clúster guanajuatense que integra al laboratorio nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO), se trata de un centro muy importante a nivel mundial en el área específica de análisis funcional de genoma de plantas, animales y microorganismos de uso potencial para aplicaciones en la agricultura, la medicina y la industria.

Entre sus mayores fortalezas está el trabajo de manera conjunta con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), el cual es un centro de excelencia en la investigación básica y aplicada relacionada con la biotecnología agrícola. El apoyo del gobierno del estado y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) ha permitido que CINVESTAV desarrolle programas de posgrados en biotecnología vegetal y que cuente con investigadores expertos en especialidades como bioquímica, biotecnología y microbiología. Por otra parte, existen programas educativos muy especializados que se ofrecen en distintas instituciones académicas (OECD, 2009), (Castro, 2013):

- Instituto Tecnológico de Celaya, ofrece programas de estudios especializados en química, ingeniería bioquímica, biotecnología molecular y bioingeniería, entre otros.
- Instituto de Biología Experimental de la Universidad de Guanajuato y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Destacando la producción de insecticidas naturales utilizando plantas genéticamente modificadas para el tratamiento contra enfermedades agrícolas.
- Universidad de Guadalajara y el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias que ofrece programas de neurobiología, biología celular y molecular, reproducción genética y agrobiotecnología.
- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, realizando proyectos importantes relacionados a procesos agroindustriales y farmacéuticos.
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, sus estudios de relacionan con la producción de vacunas veterinarias, estudios para la cura del cáncer cérvico uterino e investigación en los liposomas de los alimentos.

- Universidad Autónoma de Nuevo León, ofrece una amplia gama de programas de posgrados orientados hacia la investigación biomédica, biología molecular y agrobiotecnología.
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, que integra los programas de ingeniería química, agrobiotecnología, biología y biomédica con esquemas de negocios innovadores.
- Universidad Nacional Autónoma de México es la institución que lidera el desarrollo en el área Biotecnológica debido a los distintos centros especializados en diferentes áreas biotecnológicas: biología molecular vegetal, medicina molecular, control biológico, productos naturales y medio ambiente.

Por otra parte, en la última década, México también se ha convertido en uno de los líderes locales para la manufactura y ensamble de aparatos médicos fuera de los Estados Unidos, con más de 240 instalaciones de aparatos médicos registrados con la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos (FDA por sus siglas en inglés). En el sector de la biotecnología que usa organismos marinos para aplicaciones industriales, el municipio de Ensenada es el que actualmente tiene mayores potencialidades, específicamente con el *clúster* de Biotecnología Marina, en el que la región binacional tiene ventajas distintas e inherentes dado la presencia de una singular biodiversidad y de recursos marinos naturales, así como la capacidad de investigación que se ha desarrollado. San Diego y Baja California son sede a instituciones marinas líderes en sus respectivos países: el Centro de Biotecnología Marina y Biomedicina del Scripps Institute of Oceanography (SIO), el Departamento de Biotecnología Marina del Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) y la Facultad de Ciencias Marinas, ambos de la UABC.

Sobre la industria farmacéutica tenemos que México cuenta con manufactura de calidad a nivel mundial y un nivel elevado de protección a los derechos de propiedad intelectual. Esto ha permitido que la industria farmacéutica haya tenido un crecimiento importante de tal manera que hoy existen en el país más de 400 empresas, incluyendo

la mayoría de las compañías más importantes en la industria: Pfizer, Cilag, GlaxoSmithKline, SheringPlough, Merck y Bristrol-Myers Squibb, concentradas principalmente en la zona centro del país. Así, mientras la formación de un *clúster* farmacéutico transfronterizo puede tardar décadas, el potencial de la investigación clínica es muy prometedor en el corto plazo. En un estudio reciente del California *Health Care Institute*, en marzo del 2004 se identificaron 643 fármacos en proceso de investigación y desarrollo por parte de empresas con sede en California; de estos, 417 estaban ya en la fase de estudios clínicos.

Por lo anteriormente citado, resulta inminente la necesidad del desarrollo de un plan de estudios que permita formar Bioingenieros con actitud emprendedora y con visión empresarial y de negocios, aunado a una actitud investigativa y de respeto por su medio ambiente para la selección e implementación de nuevos biomateriales y bioprocesos necesarios para el desarrollo de tecnologías limpias y eficientes que contrarresten los efectos de la contaminación y sobrexplotación de recursos naturales que las tecnologías tradicionales han generado o han sido incapaces de resolver. El currículo del programa de bioingeniería contempla 5 líneas de énfasis diseñadas para cubrir las necesidades y problemas de formación de los Bioingenieros. Dichas líneas se determinaron a partir de la demanda laboral (Genoma, 2006);

Bioinstrumentación

- Incluye las necesidades y problemas relacionados con el desarrollo de equipos para el análisis, medición, monitoreo y control de procesos biológicos. Abarca desde el desarrollo de prototipos hasta productos comerciales que se apliquen en ambientes de tipo hospitalario, principalmente, con diseño analógico, digital o mixto.
- Necesidades y problemas genéricos:
- Identificación de necesidades de desarrollo de equipos médicos a la medida.
- Desarrollo de equipos médicos que apliquen condiciones de bioseguridad y funcionalidad.
- Desarrollo de protocolos de validación para prototipos de equipos médicos.

- Desarrollo de simuladores biomédicos para el aprendizaje de profesionales de la salud

Procesamiento de Señales e Imágenes Médicas

- Incluye el desarrollo de algoritmos de apoyo al diagnóstico clínico y orientado a la comprensión de procesos fisiológicos y patológicos complejos.
- Necesidades y problemas genéricos:
- Desarrollo de software orientado al diagnóstico temprano y la comprensión de los procesos patológicos de enfermedades neurodegenerativas
- Desarrollo de estrategias de monitoreo no invasivo de pacientes en estado crítico.
- Desarrollo de nuevos paradigmas de atención en salud basado en el manejo de datos clínicos de pacientes en ambientes hospitalarios y domiciliarios.

Biomateriales

- Incluye el estudio de los materiales utilizados para sustituir parcial o totalmente una función del cuerpo y para la elaboración de dispositivos médicos como instrumental quirúrgico.
- Necesidades y problemas genéricos:
- Identificación de necesidades de desarrollo de materiales biocompatibles.
- Caracterización de biomateriales.
- Producción de biomateriales.

Biomecánica

- Incluye el desarrollo de software de modelamiento del movimiento humano, dispositivos que permitan reemplazar una parte del cuerpo humano o asistir a personas con discapacidad motriz.
- Necesidades y problemas genéricos:
- Desarrollo, diseño y uso de modelos biomecánicos del cuerpo.
- Desarrollo, diseño y uso de software de análisis biomecánico.
- Desarrollo, diseño y uso de equipos de rehabilitación.

Ingeniería Clínica

- Incluye las necesidades y problemas relacionados con el desarrollo de protocolos para el análisis, medición y control de equipos médicos; además de la verificación de la normatividad en seguridad hospitalaria.
- Necesidades y problemas genéricos:
- Desarrollo, diseño y uso de protocolos de mantenimiento de equipos médicos.
- Calibración de equipos médicos.
- Desarrollo, diseño y uso de protocolos de bioseguridad.
- Evaluación de tecnología médica.

Conclusiones

La bioingeniería es una rama relativamente nueva que surge de la aplicación de los conocimientos de la ingeniería en las ciencias biológicas, es multidisciplinaria y ofrece mejores resultados que los obtenidos al aplicar cada disciplina por separado. Actualmente existe una demanda real por profesionistas en el sector biomédico y biotecnológico que es cubierta por los Bioingenieros, dicha demanda se debe al envejecimiento en la población mundial y a las nuevas enfermedades que han surgido.

Aunque se prevé una demanda por profesionistas especializados en las áreas ingenieriles del sector salud, las ofertas educativas de nivel superior son muy pocas.

Es importante considerar la formación empresarial dentro del perfil profesional de Bioingeniería y establecer mecanismos adecuados para dar seguimiento a las áreas emergentes tales como la bioinformática, simulación biomolecular, ingeniería genética, ingeniería celular y de tejidos, ingeniería neuronal y biomateriales. Es importante además despertar en el estudiante el gusto por la investigación aplicada, ya que sólo así se logrará la transición de las actividades de manufactura hacia las relacionadas con Investigación y Desarrollo, aunado a una enseñanza académica con bases amplias y sólidas que permitan que el egresado del PE de bioingeniería pueda adaptarse mejor al cambiante mercado laboral.

En México, existe una gran oportunidad para que un Bioingeniero se desarrolle tanto en el área Biomédica como biotecnológica, es un hecho que la investigación, desarrollo y comercialización de productos en dicha industria se encuentra en un periodo de expansión y diversificación. México cuenta con factores que le dan una grandes ventajas para el desarrollo de la industria biomédica/biotecnológica, entre estos destacan su gran biodiversidad de ecosistemas y especies, su capital humano capacitado y sus costos competitivos. Existe en el país una sólida plataforma de investigación constituida por importantes universidades, centros de investigación y empresas especializadas en las diferentes áreas de la bioingeniería. Lo anterior ha dado lugar al surgimiento de bioclústeres los cuales son competitivos a nivel mundial.

3.2.3 Análisis comparativo de programas educativos.

Introducción

El análisis comparativo de programas educativos pretende identificar los programas educativos actuales, nacionales e internacionales reconocidos por su calidad y que son afines o similares al Programa Educativo de Bioingeniería. Se busca contrastar características de los programas educativos con el fin de identificar las mejores prácticas y/o estrategias, que sean relevantes de considerar para la modificación o actualización del plan de estudios 2009-2 del Programa Educativo de Bioingeniero.

Metodología

Para la elección de las fuentes de información usadas como referencia para la comparación de los programas educativos internacionales, se buscó aquellos programas acreditados por la organización no gubernamental ABET (“Accreditation Board for Engineering and Technology”), pero además con las siguientes condiciones: que la institución estuviera en un buen ranking mundial, que el programa de estudios estuviera en las primeras posiciones dentro de su país, y que su ubicación estuviera cerca de la región; esto último responde a una demanda de alumnos fronterizos del sur

de California en E.U.A., y para los que también puede ser una opción el solicitar ingresar a las instituciones de prestigio en ese país.

Por otro lado, para la elección de los Programas Educativos nacionales se consultó a la Secretaría de Educación Pública para obtener información de la oferta educativa, y cabe resaltar que existen solo dos instituciones con programa de Bioingeniería en el país. Por lo que se consideraron programas afines de ingeniería biomédica y los de ingeniero Biotecnólogo. Se buscó en principio programas acreditados por algún organismo nacional pero también aquellos con los que los académicos del programa hayan tenido alguna relación o conocimiento, erigiéndose nueve programas educativos de buen prestigio. En las *Tablas 14 y 15*, se muestran enlistados los programas de estudio, nacionales e internacionales, y la institución a la que pertenecen.

Una vez establecidos los programas educativos internacionales y nacionales para el análisis comparativo, se consultó la información directamente de la institución educativa en su página web del Programa Educativo, y otros documentos de análisis sobre la educación superior que estuvieran disponibles en Internet.

A partir de esta documentación se realiza una tabla de las características típicas de los programas educativos, tales como créditos, duración, etapas de formación, ejes terminales, áreas de conocimiento, perfil de egreso, estructura u organización académica, y fecha de creación del programa, entre otros.

Se analiza la información obtenida, comparando entre todos los programas educativos, y se determinan las características, aspectos, las prácticas o estrategias de estos programas educativos nacionales e internacionales de calidad reconocida que puedan ser considerados en la modificación o actualización de nuestro Programa Educativo.

Resultados

Para efectos de establecer un comparativo entre planes de estudio internacionales y nacionales afines al Programa Educativo de Bioingeniería que se ofrece en la UABC, se procedió a analizar los siguientes Programas Educativos:

Tabla 14. Instituciones de Educación Superior Nacionales

	Nombre del PE	Nombre de la institución
1	Ingeniero Biomédico	Tecnológico de Monterrey, ITESM, Campus Monterrey
2	Ingeniería Biomédica	Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa
3	Ingeniería en Biomédica	Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)
4	Ingeniería Biónica	Instituto Politécnico Nacional. Sede: UPIITA, México D.F.
5	Ingeniería en Biotecnología	Universidad Politécnica de Pachuca
6	Ingeniería Biomédica	Unidad Prof. Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) del Instituto Politécnico Nacional (IPN)
7	Ingeniería Biomédica	Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnol. de Tijuana
8	Ingeniero Biotecnólogo	Universidad Autónoma de Chiapas
9	Ingeniero Biotecnólogo	ITESM, Campus Monterrey
10	Licenciatura en Bioingeniería Médica	Universidad Autónoma del Estado de México

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Instituciones de Educación Superior Internacionales

	Nombre del PE	Nombre de la institución
1	Bioingeniería	Universidad de California, San Diego
2	Bioingeniería	Stanford University
3	Ingeniería Biomédica	Harvard University
4	Bioingeniería	Rice University

Fuente: Elaboración propia.

Desde su creación y puesta en marcha en 2009-2 del Programa Educativo de Bioingeniero, en su elaboración se usó la metodología institucional para la creación de programas educativos. Y ahora toca reestructurar el plan de estudios aplicando la metodología para modificación o actualización de programas educativos de licenciatura.

Así como en su creación, se busca la homologación de las vocaciones de los campi de la UABC para que atiendan la demanda social de profesionales en este rubro de especialización del Estado. Sigue habiendo la demanda de un programa en el ámbito de Bioingeniería, que principalmente cubra la especialización en Ingeniería Biomédica y en Biotecnología en las regiones del Estado. La comparación con otros programas educativos de buena calidad sirve para retomar nuevas propuestas de mejora, pero también servirá para mantener las fortalezas adquiridas, lo que ayudará a consolidar el Programa Educativo en esta reestructuración.

Una de las ventajas de nuestro Programa Educativo es el menor tiempo de duración cuando se toma una carga completa de créditos (cuatro años), si lo comparamos con la mayoría de los programas nacionales que duran más tiempo (en promedio establecen 5 años). Una duración de cuatro años es típica de los programas internacionales, aunque ellos usan el sistema de trimestres que representa mayor carga anual. Además, en concordancia con los buenos programas educativos nacionales, las etapas de formación (básica, disciplinaria y terminal) le dan estructura operacional y deben de mantenerse.

Así mismo, las áreas de conocimiento que concentran los grupos de materias, es un diseño del plan de estudios que se repite en los buenos programas educativos nacionales. El plan de estudios en Bioingeniería contempla las siguientes áreas de conocimiento, que se corresponden con lo establecido por CIEES y CACEI y deben de mantenerse: Ciencias básicas y matemáticas, Ciencias de la ingeniería, Ingeniería aplicada, Ciencias sociales y humanidades, Económica-administrativas, y Ciencias biológicas y de la salud.

Las etapas de formación y áreas de conocimiento dadas, ayudan a sostener dos líneas de especialización, la de Ingeniería Biomédica y la de Biotecnología, las cuales también van en congruencia con los Cuerpos Académicos que apoyan al Programa Educativo. Se tienen cursos obligatorios desde la etapa disciplinaria hasta la terminal para que todos los estudiantes tengan fundamentos de estas líneas de especialización,

y con la opción de cursos optativos los estudiantes pueden avanzar la especialización que deseen.

Aunque hay programas nacionales e internacionales con más de cuatro especializaciones, pero esto demanda mayor duración (y créditos), exige llevar más carga académica al estudiante, y el ofertar una mayor cantidad de cursos optativos de especialidad; y no necesariamente responde a una demanda externa de la vocación productiva. La especialización se logra también con el desempeño profesional en la industria, o en cursos de especialidad o del posgrado. Por lo que vemos adecuado el nivel de especialización de nuestro programa de estudios, para que el alumno rápidamente egrese y se integre a su siguiente etapa laboral o académica.

Al graduarse un estudiante de bioingeniería tiene una amplia variedad de opciones, puede trabajar en la industria de productos médicos, en las industrias de biotecnología, o de servicios de salud, o en otra industria de manufactura convencional, y hasta en el servicio público en el gobierno, pero también escogen seguir un posgrado o hasta entrar a la escuela de medicina.

Entre las bondades del Modelo Educativo de la UABC, como son el establecimiento de las etapas de formación en el plan de estudios, la existencia del tronco común es una forma pertinente y eficiente del uso de los recursos académicos, y que debe de mantenerse. Así como la flexibilidad curricular y académica que acompaña al proceso de formación profesional como parte de nuestra cultura institucional.

Sobre los programas internacionales revisados, así como el de alguna de nuestras universidades públicas federales, es una realidad que tienen mayor infraestructura y recursos, así como una planta de profesores más numerosa. Además, en especial en las universidades internacionales, un Programa Educativo en el campus convive con el Departamento de Física, el Departamento de Matemáticas y el de Química, lo que implica que su tronco común es llevar las materias en el departamento de la

especialidad correspondiente. Y además en el caso de los programas de Bioingeniería, mantienen una colaboración con el Departamento de Medicina en su campus.

Por lo que del análisis comparativo con otros programas educativos nacionales e internacionales, más que agregar una línea de especialización profunda, buscamos aquellas estrategias que se puedan implementar y que nos ayude a mejorar el desempeño académico de nuestros estudiantes.

A continuación, se enlistan las prácticas o estrategias de los mejores programas educativos nacionales e internacionales para ser considerados en el diseño del nuevo Programa Educativo:

Tabla 16. Nacional e Internacional: Consideración de Prácticas o estrategias de los mejores Programas Educativos para el diseño de la actualización del Programa Educativo de Bioingeniería.

1.- Se ocupan de uniformizar y mejorar el insumo al proceso educativo.
Varios de los programas educativos nacionales cuentan con un semestre remedial, o semestre cero, o semestre propedéutico, al cual ingresan alumnos dependiendo del examen de ingreso. Aquellos que no obtienen un nivel satisfactorio deben de cursar este semestre obligatorio para remediar deficiencias antes de empezar el Programa Educativo de su elección. Inicialmente conducen a sus alumnos por una etapa propedéutica o de remediación que corrige deficiencias académicas del nuevo ingreso. En el examen de ingreso, los puntajes mínimos de desempeño son establecidos para cada Programa Educativo. Esto podría mejorar indicadores de desempeño y hacer consciente al nuevo alumno del ámbito universitario y su responsabilidad.
2.- Se concretan inicialmente en aumentar la empleabilidad y competencias de sus alumnos.
Es obligatorio lograr cierto nivel del idioma inglés y de competencia en herramientas de cómputo desde un inicio del proceso de formación. En los casos de semestre cero o remedial llevan los cursos de inglés y de introducción a computación, entre otros cursos. En otros casos llevan varios cursos obligatorios de inglés y computación en los primeros años de la formación académica. El perfil de egreso declara sobre la competencia de comunicación oral y escrita, además del español, en idioma inglés. La competencia en inglés es exigible al inicio del Trayecto formativo, y al menos el 50% de las materias serán cursadas en un idioma diferente al español.

Tabla 16. Nacional e Internacional: Consideración de Prácticas o estrategias de los mejores Programas Educativos para el diseño de la actualización del Programa Educativo de Bioingeniería (continuación).

3.- Etapa inicial más avanzada.
Otras universidades no tienen el concepto de tronco común como el que se tiene de Área de Ingeniería en la UABC, el cual es común para 12 Programas Educativos de Ingeniería. Los Programas Educativos nacionales que tiene tronco común, o es un semestre en común o el común se comparte entre un par de Programas Educativos afines. Lo anterior, o el no tener tronco común, permiten tener materias propias del Programa Educativo oportunamente desde el primer semestre (por ejemplo Biología), o empezar un semestre antes con materias disciplinarias (como la parte de circuitos o electrónica). Lo que permite llegar a ser más especializadas en un tema. En nuestro caso, algo común para todas las ofertas educativas vinculadas a la Bioingeniería, pudiera ser el inglés o dibujo asistido por computadora o similar.
4.- La formación integral la incluyen en el plan de estudios.
Hay programas educativos que llevan varias materias de deportes y de inglés como obligatorias dentro del plan de estudios. Y en algún caso, llevan una asignatura del área de ciencias sociales y humanidades como requisito obligatorio por semestre. No está de más decir, que son programas que duran hasta un año más que el nuestro, pero llevan un control de la formación en este ámbito.
5.- Laboratorio como curso obligatorio.
En algunos casos se tiene la teoría y laboratorio con sus propios créditos, con lo que se busca asegurar la competencia en cada ámbito y hacer eficiente la supervisión del aprendizaje en cada caso.
6.- Mayor cantidad de cursos al año.
Gran variedad y oferta en las unidades de aprendizaje, acompañado esto con un mayor número de créditos por programa. Se le exige al alumno una mayor cantidad de horas dedicadas al estudio. Hay programas con 64 créditos/trimestre, en otro caso limitan los créditos máximos por semestre a 80, carga media por semestre de 40 y carga mínima por semestre de 27. Son programas donde la población puede alcanzar hasta 585 alumnos por período por Programa Educativo en un campus.
7.- Regulación de las optativas.
Optatividad mayormente regulada entre las optativas de especialidad (o profesión) y las electivas (asignaturas de varias áreas del conocimiento). De los créditos de optatividad dedican un porcentaje a materias con enfoque en las líneas de especialización. Y en algunos casos ofrecen al alumno un paquete de optativas de 3 materias.
8.- Oportunidad de realizar investigación científica.
El alumno conoce el papel de la investigación en la generación del conocimiento y el desarrollo tecnológico. Trabaja el alumno con un profesor o investigador en la modalidad de ayudantía, como sucede en la UABC, pero en los programas nacionales, en la parte terminal se presenta un curso de seminario de investigación, o formulación de proyectos de investigación, o taller de investigación. Aquí se integra la metodología de la investigación dada en tronco común.

Tabla 16. Nacional e Internacional: Consideración de Prácticas o estrategias de los mejores Programas Educativos para el diseño de la actualización del Programa Educativo de Bioingeniería (continuación).

9.- Internacionalización.
Estrategia integral de internacionalización: Movilidad internacional de planta académica, y de estudiantes para realizar doble titulación. - Internacionalización de los programas de estudios. - Cooperación y alianzas estratégicas. Cursos obligatorios en otros idiomas (hasta 50% de la currícula), se establece explícitamente esta competencia en el perfil de egreso.
10.- Introducción a la Ingeniería.
Los programas nacionales e internacionales suelen manejar un curso de Inducción a la Ingeniería en el primer semestre bajo el campo de especialidad, con cursos tales como Introducción a la Bioingeniería, o Introducción a la Biotecnología o introducción a la Ingeniería Biomédica.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El análisis comparativo realizado de los programas educativos externos nos permite generar propuestas de mejora para el diseño del nuevo plan de estudios del Programa Educativo de Bioingeniería de la UABC. Se han considerado fortalezas y debilidades, así como la tendencia en educación y en la especialidad. Estaremos avanzando un paso más al reestructurar el programa buscando su consolidación. Podemos ofertar una versión actualizada de calidad del Programa Educativo de Bioingeniero a la sociedad que cubra las demandas externas regionales del Estado de B.C.

3.2.4 Análisis de referentes nacionales e internacionales

Introducción

En este apartado se identifican los requerimientos de la disciplina y de la profesión que proponen organismos nacionales e internacionales, para que el Programa Educativo cumpla con dichos requerimientos y se encuentre en posibilidad de ser reconocido por ser un programa de buena calidad. Como referentes nacionales, este análisis usa documentos y reportes elaborados por CIEES, así como por CACEI, Organismo

Acreditador reconocido por COPAES, para la acreditación. Adicionalmente, como referente internacional, se describen los criterios generales para evaluar programas de nivel licenciatura en ingeniería por la “Accreditation Board for Engineering and Technology” (ABET). En la modificación o actualización del Programa Educativo de Bioingeniero se deben considerar los requerimientos de la disciplina para que el programa sea considerado de buena calidad.

La acreditación nacional e internacional es un proceso voluntario que se lleva a cabo a través de un proceso de revisión por pares que busca asegurar que la institución de educación superior satisfaga los criterios de calidad establecidos para la profesión para la cual el programa prepara estudiantes.

Es necesario que en este análisis se mencione las áreas de conocimiento (si las hay) que debe de poseer el egresado del Programa Educativo según organismos como el CACEI, CIEES y CENEVAL, así como organismos internacionales. Usualmente en este análisis se identifica y enlistan los contenidos y competencias que evalúa el Examen General de Egreso de la Licenciatura (EGEL) que realiza CENEVAL. Pero no existe un examen para la disciplina de Bioingeniería. Por lo que se indagará las consideraciones de EGEL de CENEVAL en los contenidos para áreas de conocimiento comunes que se tengan en otras profesiones.

Metodología

Este análisis usó como referencia documentos y reportes elaborados por CIEES para la acreditación, se realizó una revisión documental del informe de evaluación emitida por este organismo para identificar los requerimientos y recomendaciones que señalan y en su caso buscar cubrirlos para la modificación del PE, considerando que estos aspectos son necesarios para que los programas de cada sede mantengan la buena calidad con nivel 1.

Este análisis utilizó como referencia documentos y reportes del marco de referencia de CACEI 2018, así como los de ABET, considerando los requerimientos de la disciplina del Programa Educativo de Bioingeniería tanto a nivel nacional como internacional.

Entre otros documentos de referencia utilizados para este análisis, se revisó la guía para el EGEL de CENEVAL de otras licenciaturas que hacen recomendaciones en cuanto a competencias que deben tener profesionistas en el área de biotecnología. Se indagó en el sitio de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB) para buscar recomendaciones acerca de la formación profesional. También se analizan los libros y estudios realizados por el centro VaNTH (Vanderbilt-Northwestern-Texas-Harvard/MIT) Engineering Research Center on Bioengineering Educational Technologies. Se revisan artículos de revistas científicas sobre la educación en ingeniería (International Journal of Engineering Education).

Resultados

Actualmente las tres sedes donde se oferta el Programa Educativo de Bioingeniero se encuentran acreditadas por los CIEES en Nivel 1, con una duración de 5 años. La vigencia de este reconocimiento empieza a partir de abril de 2015 para Ensenada, en Julio de 2016 para Mexicali, y XXX de 2017 para Valle de las Palmas.

Se realizó una revisión documental del informe de evaluación emitida por este organismo para identificar los requerimientos y recomendaciones que señalan y en su caso buscar cubrirlos para la modificación del PE. En la *Tabla 17* se presentan la valoración por categoría y recomendaciones emitidas a cada sede donde se oferta el PE. El nivel de reconocimiento otorgado por los CIEES es una muestra de la calidad del Programa Educativo, pero hay oportunidades de mejora a considerar. Las recomendaciones emitidas por sede fueron: Ensenada 23 recomendaciones, Mexicali tiene 15 recomendaciones y Valle de las Palmas 21 recomendaciones. En donde coinciden las recomendaciones de las 3 sedes es en la necesidad de equipamiento y

adecuación de espacios académicos, y en la necesidad de actualizar el plan de estudio, aunque solo se hicieron observaciones para algunas temáticas o cursos. Se recomienda asegurar la existencia y profundizar en las asignaturas o temas de balance de materia y energía; fenómenos de transporte en estado estacionario y no estacionario; reactores homogéneos y heterogéneos; en el manejo de la expresión oral y escrita; normativas FDA y Cofepris; así como el análisis estadístico.

Tabla 17. Número de Recomendaciones CIEES por Unidad Académica para la actualización del Programa Educativo de Bioingeniería UABC.

RECOMENDACIONES DE CIEES	
Ensenada	23
Mexicali	15
Valle de las Palmas	21

Fuente: Elaboración propia.

Los atributos de egreso son un conjunto de resultados evaluables individualmente, que conforman los componentes indicativos del potencial de un egresado para adquirir las competencias para ejercer la práctica a un nivel apropiado y que se espera que un alumno las cumpla. Estas competencias esenciales, o "*outcomes*" como lo define ABET, se muestran en la *Tabla 18*, para el caso de CACEI y de ABET.

Tabla 18. CACEI-ABET: Competencias o "outcomes" del egresado del Programa Educativo de Bioingeniería

CACEI	ABET
Capacidad de: • Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería. • Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas. • Desarrollar y conducir experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones. • Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias. • Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social. • Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente. • Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.	• Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia e ingeniería. • Habilidad para diseñar y realizar experimentos, así como para analizar e interpretar datos. • Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que satisfaga necesidades con restricciones realistas. • Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinarios. • Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. • Entendimiento de la responsabilidad profesional y ética. • Habilidad para comunicarse efectivamente. • Educación amplia y necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global, económico, ambiental y social. • Reconocer la necesidad y tener la habilidad para involucrarse en el aprendizaje a lo largo de la vida. • Conocimiento de temas contemporáneos. • Habilidad para usar técnicas y herramientas de ingeniería moderna para la práctica de ingeniería.

Fuente: Elaboración propia.

Los diferentes referentes no proporcionan ningún detalle sobre temas específicos que deben enseñar los programas para obtener los resultados de competencias esenciales. El referente internacional ABET no hace recomendaciones sobre cómo se deben lograr en el plan de estudios. Estos detalles importantes se dejan a los programas académicos para resolver por sí mismos, se fomenta la innovación curricular.

Se requiere que el Programa Educativo de respuesta a las necesidades regionales, estatales o nacionales, y para esto se debe considerar el análisis del campo laboral, el seguimiento a egresados, las opiniones de empleadores y grupos de interés, así como el avance de la disciplina. ABET sólo especifica como requisitos del currículo que se deben incluir los siguientes componentes:

a. Un año de una combinación de matemáticas de nivel universitario y ciencias básicas (algunas con experiencia experimental) apropiadas para la disciplina. Las ciencias básicas se definen como ciencias biológicas, químicas y físicas.
b. Un año y medio de temas de ingeniería, consistentes en ciencias de ingeniería y diseño de ingeniería apropiados para el campo de estudio del estudiante.
c. Pero sí hay organizaciones, nacionales e internacionales, que proporcionan más orientación para lograr atributos de egreso deseables para la disciplina en bioingeniería. Para el caso de la organización curricular de los programas educativos, el CACEI requiere que el plan de estudios considere contenidos temáticos de seis ejes de conocimiento, como se muestra en la *Tabla 19*. Y con lo que especifica el mínimo de horas que se deben atender cada eje de conocimiento bajo la supervisión de un académico.

Tabla 19. CACEI: Número de horas por Eje de Conocimiento del Programa Educativo de Bioingeniería

Eje de conocimiento	Mínimo de Horas
1.- Ciencias Básicas	800
2.- Ciencias de la Ingeniería	500
3.- Ingeniería aplicada y diseño de la Ingeniería • Ingeniería aplicada • Diseño en ingeniería (250 hrs) • Necesidades y acentuaciones del PE.	800 (250 hrs) (250 hrs) (300 hrs)
4.- Ciencias Sociales y Humanidades	200
5.- Ciencias Económico Administrativas	200
6.- Cursos Complementarios	100

Fuente: Elaboración propia.

El Eje 3, de Ingeniería aplicada y diseño de la Ingeniería, requiere de 800 horas bajo la supervisión de un académico, distribuido de la siguiente manera. 250 horas. en Ingeniería aplicada, que implican la aplicación de las matemáticas y las ciencias de la ingeniería a problemas prácticos de la disciplina. Otras 250 horas. en Diseño en Ingeniería, Entendido como la integración de matemáticas, ciencias naturales, ciencias de la ingeniería y estudios complementarios para el desarrollo de elementos, sistemas y procesos para satisfacer necesidades específicas. Este es un proceso creativo, interactivo y abierto (sujeto a limitaciones) que puede regirse por normas o legislación en diversos grados dependiendo de la disciplina. Puede referirse a factores económicos, de salud, de seguridad, ambientales, sociales u otros factores interdisciplinarios, por último, serán 300 horas. para necesidades y acentuaciones del PE que requieren estas dos áreas en su conjunto, Ingeniería aplicada y Diseño en ingeniería.

Para los contenidos curriculares indispensables en las áreas y profesiones de la ingeniería, CACEI 2018 indica unas temáticas, para los ejes 2 de Ciencias de la Ingeniería y el 3 de Ingeniería aplicada y diseño de la Ingeniería, que dependen de la profesión. Y para el caso de las profesiones agrupadas bajo el área de Bioingenierías, sólo muestra ejemplos para cuatro posibles profesiones: Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Biotecnologías, Ingeniería Bioquímica, e Ingeniería Agroindustrial.

En la *Tabla 20*, se muestran estas temáticas (cursos) que coinciden de las profesiones ejemplificadas y el perfil actual del programa. Por lo que el documento CACEI 2018 queda debiendo lo referente a Ingeniería Biomédica o el caso de una Bioingeniería genérica. En lo referente a los temas de Biotecnologías, sí hace énfasis en que depende de la especialidad de la industria, tales como: alimentaria, vegetal, marina, farmacéutica, ambiental, enzimática, agrícola, etc.

Tabla 20. Similitudes en los cursos ofertados bajo el área de Bioingeniería

CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Métodos numéricos	Operaciones unitarias
Balances de materia y energía	Instrumentación y control
Termodinámica	Bioreactores
Fenómenos de transporte	Ingeniería de procesos
Diseño de experimentos	Ingeniería genética
Microbiología	Biotecnología (alimentaria, vegetal, marina, farmacéutica, ambiental, enzimática, agrícola)
Biología Molecular	
Circuitos Eléctricos y Electrónicos	
Ciencias de los Materiales	
Ciencias de la Computación	

Fuente: Elaboración propia.

ABET, la acreditadora de programas de ingeniería en Estados Unidos, hace una distinción entre la ingeniería biomédica y la ingeniería biológica de los programas de Bioingeniería pero las diferencias son muy pequeñas. Los siguientes criterios se aplican a los programas de ingeniería que incluyen "bioingeniería", "biomédica" o modificadores similares en sus títulos. Sobre el currículo, la estructura del plan de estudios debe proporcionar amplitud y profundidad en toda la gama de temas de ingeniería y ciencia en consonancia con los objetivos educativos del programa y los atributos de los egresados.

Habitualmente incluyen cursos comunes en las ingenierías como termodinámica, mecánica de fluidos, estática y propiedades de los materiales. Pero especialmente el plan de estudios debe preparar a los egresados con experiencia en:

1. Aplicar principios de ingeniería, biología, fisiología humana, química, física basada en cálculo, matemáticas (a través de ecuaciones diferenciales) y estadística;
2. Resolver problemas de ingeniería bio/biomédica, incluidos los relacionados con la interacción entre sistemas vivos y no vivos;
3. Analizar, modelar, diseñar y realizar dispositivos, sistemas, componentes o procesos de ingeniería bio/biomédica; y
4. Hacer mediciones e interpretar datos de sistemas vivos.

El alcance de la bioingeniería es amplio, existe una serie de subdisciplinas que representan muchas de las áreas en las que se cruzan la biología y la ingeniería.

La bioingeniería en países desarrollados se identifica principalmente con la ingeniería biomédica y las subdisciplinas que lo integran son: Bioinstrumentación, Análisis de Bioseñales, Fisiología, Biomateriales, Biomecánica, Ingeniería de Rehabilitación, Ingeniería Clínica, Neuroingeniería, Biofotónica, Imagenología, Biosensores, Ingeniería de Tejidos, Bioinformática, Ingeniería Biomolecular, Biotecnología (mamíferos) y otras (Carreer Dev, 2008).

Estados Unidos cuenta con una gran cantidad de programas de Bioingeniería y afines, y estos programas han evolucionado a partir de orígenes en aplicaciones agrícola, médica, y química. En un estudio realizado sobre los currículos de los programas de licenciatura de ingeniería del tipo "bio" se hace en base a categorías de temas que deben contener estos programas (Young, 2006).

Excluyendo matemáticas básicas, química, inglés, estudios sociales y humanidades, ingeniería introductoria y requisitos de educación general comunes a la mayoría de los programas de ingeniería, se realizaron comparaciones de currículos en 20 temas seleccionados agrupados en cuatro categorías de la siguiente manera:

Tabla 21: 20 Temas y 4 Categorías que se identifican en los Programas de Ingeniería

Life Sciences	Core Engineering	Advanced Engineering	Mathematics/Statistics
Biology	Engineering Graphics	Biochemical Engineering	Differentia Equations
Organic Chemistry	Physics	Instrumentation	Engineering Mathematics
Biochemistry	Statics	Transport Phenomena	Statistics
Microbiology	Dynamics	Systems Modeling	
Physiology	Fluids		
Advanced Biology	Thermodynamics		
	Electrical Circuits		

Fuente: Young, 2006.

Un parámetro nacional que aporta información para diseños educativos son los EGEL de CENEVAL, pero como no hay un EGEL para bioingeniería como tal, se utiliza la guía para el sustentante del EGEL de la licenciatura en biología, pues en los aspectos a evaluar incluye componentes de Bioingeniería, específicamente lo relacionado a Biotecnología y Ciencias Genómicas (Guía EGEL-BIO).

Aunque habría que tener cautela en lo apropiado de estos temas, ya que este EGEL se prepara para egresados de la licenciatura en Biología y los de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia para verificar si cuentan con los conocimientos y habilidades necesarios para iniciarse eficazmente en el ejercicio de la profesión.

Por lo que, si habría que ver con mayor precisión estos aspectos que se miden para el perfil del Bioingeniero, pero cuando menos sirven de referencia a unos aspectos de bioingeniería que son aplicables a biólogos y médicos veterinarios, y que se miden en un EGEL de CENEVAL.

Tabla 22: Aplicaciones de la Biotecnología y las Ciencias Genómicas

BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS GENÓMICAS
1.- Aplicación de la Biotecnología Diagnosticar las condiciones en las cuales es posible desarrollar biotecnología. Definir propuestas de solución a problemas detectados en productos o procesos ambientales, energéticos, alimentarios o de la salud, con base en modelos biotecnológicos. Proponer la aplicación de los principios básicos de la biotecnología para mejora de bio-procesos y/o productos. Aplicar técnicas de manejo biotecnológico (bioensayos, bioingeniería y administración de procesos) para producir cambios y mejorar los bio-procesos y/o productos.
2.- Aplicación de fundamentos de las Ciencias Genómicas Aplicar técnicas moleculares para coadyuvar al diagnóstico de enfermedades, en el mejoramiento de especies agrícolas, etcétera. Desarrollar experimentos de manipulación genética tendientes a identificar elementos de mejora para productos o bio-procesos en distintas áreas (agroindustria, medicina, energía, alimentos, etcétera) apegado a los principios éticos correspondientes.

Tabla 22: Aplicaciones de la Biotecnología y las Ciencias Genómicas (continuación).

BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS GENÓMICAS
3.- Aplicación de fundamentos biológicos en el diagnóstico de enfermedades Desarrollar procesos de mejora a problemas de salud relacionados con enfermedades causadas por organismos patógenos, a partir de la adecuada identificación y caracterización de los sistemas biológicos desde el punto de vista genético, evolutivo y/o fisiológico. Analizar la respuesta adaptativa de organismos patógenos ante diferentes estrategias de control con el fin de mejorar la salud de los seres vivos.
4.- Identificación de modelos y tipos de respuesta inmune Realizar mediciones de la respuesta inmune y de hipersensibilidad con el fin de diagnosticar enfermedades y patologías. Proponer estrategias para el control de enfermedades desde el punto de vista biológico a partir del diagnóstico correspondiente.
5.- Utilización de plantas como modelos en Biomedicina Desarrollar propuestas de aplicación sobre los principios activos provenientes de plantas medicinales para ser usados en la industria farmacéutica. Desarrollar propuestas para la creación de medicamentos con el fin de controlar enfermedades y mejorar la salud de los organismos.

Fuente: CENEVAL

De las organizaciones profesionales nacionales relacionadas a Bioingeniería, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB) manifiesta motivar, apoyar y fomentar la agrupación, colaboración y enlace entre los distintos actores que hacen bioingeniería en todos sus ámbitos y alcances, incluyendo a las instituciones educativas (SOMIB, Mex). El SOMIB, aunque no impulse un currículo específico en los programas educativos, trata de promover la creación del Examen General de Egreso de la Licenciatura (EGEL) de Ingeniería Biomédica ante el CENEVAL. Ingeniería Biomédica es una de las áreas del PE de Bioingeniería, y que Igualmente a las otras áreas del programa se busca su actualización.

Una organización internacional que atiende la educación en Bioingeniería es el centro *VaNTH (Vanderbilt-Northwestern-Texas-Harvard/MIT) Engineering Research Center on Bioengineering Educational Technologies* que ve más allá de las tecnologías

educativas para considerar también la pedagogía y el curriculum en bioingeniería. En un estudio caracterizaron el curriculum de aproximadamente 40 programas acreditados de bioingeniería e ingeniería biomédica para buscar los cursos medulares de facto (Carreer Dev, 2008). Intentan definir un núcleo ideal o encontrar el currículo ideal para Bioingeniería definido por la industria y la academia. En el estudio se encuestó a la industria y a la academia para que valoraran 300 conceptos por su importancia para currículo de licenciatura en bioingeniería. La encuesta intenta definir la base esencial a nivel de conceptos más que de cursos. En la Tabla se resumen algunos de los 17 puntos más importantes, y comentan que hubo concordancia entre la industria y la academia. Además, ambos indicaron que los conceptos esenciales de bioingeniería, son y deben ser de una amplia base.

Los conceptos evaluados más importantes por la industria fueron los de pruebas estadísticas y diseño experimental, seguido por conceptos sobre instrumentación, mecánica, materiales y fluidos. Este mismo instituto de VaNTH tiene a la biotecnología como uno de sus dominios activos de investigación donde se han desarrollado módulos educativos (BIOTEC de VaNTH). Estos módulos cubren una colección de temas educativos en torno a biorreactores, problemas de transferencia de masa y momentum, y cinética microbiana, que se encuentran entre los principales temas de biotecnología.

El objetivo de este estudio fue diseñar módulos educativos centrados en la educación basada en desafíos e implementarlos en el aula. Este documento se centra en el diseño e implementación de dichos módulos educativos y muestra como desarrollando las actividades de aprendizaje se logran competencias esenciales que exigen los organismos acreditadores como el ABET.

Conclusiones

No habiendo un organismo oficial que haya intentado prescribir los contenidos técnicos de un plan de estudios de licenciatura en bioingeniería, se puede esperar que el plan de estudios varíe de universidad a universidad.

Con base en los lineamientos establecidos por ABET para la acreditación del Programa Educativo, así como las consideraciones de los CIEES y CACEI 2018, existen oportunidades de mejora y se identifican los siguientes requerimientos encaminados a orientar los contenidos de la disciplina y profesión que debe de cubrir el Plan de Estudios:

- La estructura del plan de estudios debe proporcionar amplitud y profundidad a través de la gama de temas de ingeniería que implica el título de bioingeniería.
- El plan de estudios debe incluir probabilidad y estadística; cálculo diferencial e integral; ciencias básicas (definidas como biológicas, químicas y físicas); los temas de ingeniería (incluyendo la informática) necesarios para analizar y diseñar dispositivos biomédicos y biotecnológicos complejos, y sistemas que contienen componentes de hardware y software; también debe incluir matemáticas avanzadas, como ecuaciones diferenciales, álgebra lineal, variables complejas y matemáticas discretas.
- Se requiere establecer exámenes de trayecto para evaluar el desempeño de los estudiantes.
- Es necesario implementar estrategias para desarrollar la habilidad para diseñar y realizar experimentos, así como para analizar e interpretar datos.
- Se requiere en la etapa final desarrollar proyectos integradores con restricciones reales. Además de involucrar proyectos multidisciplinarios.
- Se requiere un programa permanente de conferencias sobre temas contemporáneos.
- Para cumplir con las indicaciones de los CIEES, de CACEI y de ABET sobre la suficiencia de académicos, se necesita aumentar la planta docente para proporcionar niveles adecuados de interacción estudiante-profesor, consejería y tutoría estudiantil, y actividades de servicio universitario.
- Se requiere dar un seguimiento a los egresados para su desarrollo profesional e interacciones con industriales y profesionales, así como con empleadores de estudiantes.

- Adicionalmente se observa que un programa de estudios en Bioingeniería no cuenta con examen EGEL de CENEVAL, por lo que lo relativo a contenidos temáticos se basa en lo ya mencionado de referentes acreditadores, y al estudio documental y empírico del campo disciplinar.
- En lo relativo a las características de las unidades de aprendizaje por etapas de formación y por área de conocimiento, la distribución cuantitativa de créditos debe cumplir con el número de horas por eje de conocimiento según CACEI 2018 y lo recomendado por ABET.
- Establecer la tipología adecuada para los grupos de prácticas de laboratorio.
- Cumplir recomendaciones CIEES acerca de la Infraestructura académica existente y requerida en cuanto a mantener, construir y equipar laboratorios.
- Cumplir recomendaciones CIEES acerca de los recursos financieros necesarios para mantener el Programa Educativo de Bioingeniería.

4. EVALUACIÓN INTERNA DEL PROGRAMA EDUCATIVO.

4.1 Evaluación de fundamentos y condiciones de operación del programa educativo.

Introducción

El PE de Bioingeniería empezó a operar a partir del en el ciclo 2009-2, y desde entonces ha venido creciendo en matrícula y PTCs. Como parte de las políticas institucionales, en el segundo semestre del 2014 se dieron inicios a los trabajos de auto-evaluación en las diferentes sedes del para buscar la acreditación de los CIEES. En este proceso participaron los PTCs y los profesores de asignatura de cada unidad académica. Aunado a dicho grupo de académicos se contó con el apoyo de las distintas áreas dentro de las unidades académicas, quienes apoyaron en recabar información y elaboración de indicadores.

Al transcurso del tiempo, cada unidad académica logra la versión final del documento de autoevaluación aprobado por la Coordinación de Formación Básica (CFB) de la UABC. Esta versión final es enviada en turno al correspondiente comité evaluador de los CIEES.

Los pares evaluadores externos asistieron a evaluar al Programa Educativo en las diferentes sedes, primero en la FIAD, posteriormente en la FIM y finalmente en ECITEC. Obteniéndose como resultado el reconocimiento a la calidad educativa con la distinción de Nivel 1, primero a la FIAD (vigencia de la distinción resultó del 2015-2020), posteriormente a la FIM (vigencia del 2016-2021), y ya en la actualidad, el Programa Educativo de Bioingeniero en la ECITEC de Valle de las Palmas, se encuentra también evaluado y reconocido ante CIEES con Nivel 1. Aunado al resultado se recibió un documento con retroalimentación y recomendaciones para asegurar la calidad del Programa Educativo.

Metodología

Gracias al trabajo reciente elaborado de acreditación y el logro obtenido por el mismo, se ha tomado como base el análisis de los datos del documento de autoevaluación de cada unidad académica para servir en la evaluación interna del Programa Educativo. Para la matrícula de primer ingreso y las consecutivas, el presupuesto y los recursos del programa y la estructura organizacional para operar el Programa Educativo, se aprecian contenidos en el documento de autoevaluación entregado a CIEES en el 2015 por la FIAD, 2016 por la FIM y 2017 por ECITEC. Dichos documentos contienen información actualizada y las diferencias existentes para los períodos posteriores se tomarán de la información otorgada por los responsables de los PE de los distintos campus, en base a los oficios existentes y el apoyo estadístico de cada coordinación de área.

Para la evaluación interna, también se toma en cuenta el documento de la fundamentación de la creación del Programa Educativo 2009-2, en donde se considera la misión, visión y objetivos del Programa Educativo, así como el perfil de ingreso y el perfil de egreso. Y en los apartados pertinentes, se presenta información que resulta de la encuesta a los egresados realizada en marzo-abril de 2017.

Resultados

Los objetivos y las metas del PE de Bioingeniería tienen correspondencia y pertinencia con la misión y visión de la FIM, FIAD y ECITEC, así como con los respectivos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC); ultimadamente están encaminados al logro del cometido de la UABC. En cuanto al alcance de la difusión de los propósitos del PE, por un lado, la página de Internet de la UABC cuenta con la información institucional, así mismo con la liga a las páginas de Internet de la FIM, FIAD y ECITE. Además, una estrategia de difusión para dar a conocer la Misión y Visión a los alumnos de nuevo ingreso es a través de la entrega de Agendas Universitarias durante el CURSO DE INDUCCIÓN, dónde se les ayuda a los estudiantes a conocer los aspectos de la Universidad y de las unidades académicas.

La misión de la Universidad Autónoma de Baja California, de la FIM, FIAD, ECITEC y del Programa Educativo de Bioingeniería tienen como objetivo formar profesionistas con principios, y valores éticos que contribuyan a la sociedad, así como al desarrollo tecnológico y de la investigación; y busca obtener el reconocimiento de calidad del Programa Educativo por los organismos acreditadores, además de que la planta académica se consolide en la investigación y desarrollo científico.

La misión del PE de Bioingeniería, expresada por las diferentes sedes, es la de formar profesionistas íntegros y competitivos regional, nacional e internacionalmente que se desempeñen en el campo de la bioingeniería en las áreas biomédicas y biotecnológicas. Esto, a través de una formación interdisciplinaria que incluye conocimientos de ingeniería, ciencias naturales y medicina, con espíritu investigativo e innovador que les permita actuar como generadores de empresas o desempeñarse en el sector productivo, en un marco de respeto, responsabilidad, ética y compromiso social".

Lo anterior se alinea a la misión de la UABC, la cual es promover alternativas viables para el desarrollo social, económico, político y cultural de la entidad y del país, en condiciones de pluralidad, equidad, respeto y sustentabilidad; y con ello contribuir al logro de una sociedad más justa, democrática y respetuosa de su medio ambiente.

La visión del PE de Bioingeniería es que en el año 2025 la FIM, la FIAD y el ECITEC sean ampliamente reconocidas por ser unidades académicas socialmente responsable, que contribuye con oportunidad, pertinencia y con los mejores estándares de calidad a la formación integral de profesionistas en las áreas de ingeniería. Sus programas educativos están acreditados por los diferentes organismos evaluadores nacionales e internacionales.

Cuenta con una estructura organizacional acorde a las necesidades actuales, sus índices de retención y titulación están sobre la media nacional y su planta académica

participa activamente en la solución de problemas de la región a través de investigación básica y aplicada, generación de tecnología, actualización de sus egresados y prestando servicios a la comunidad. El ambiente de trabajo es profesional; los valores de respeto, honestidad y puntualidad se han logrado establecer en la comunidad, así como el cuidado del medio ambiente.

Esta visión contempla que se reconoce la alta calidad de sus egresados, por la integración exitosa en los sectores productivos, académicos y por la generación de conocimiento. Esto, gracias a su formación multidisciplinaria, aplicando sus habilidades, competencias y conocimientos actualizados en la resolución de problemas relacionados con el sector salud, biotecnológico y biomédico en un ambiente de colaboración, ética y compromiso social".

En cuanto al perfil de ingreso, se establece que los aspirantes a ingresar al programa de Bioingeniería deberán poseer las siguientes características acordes a las competencias que desarrollará:

- Conocimientos básicos en las áreas de: Física y Lógico-Matemáticas, Biología General, Química General, Computación, e inglés.
- Habilidades para: Capacidad de organización, Comunicación oral y escrita, Hábito de estudio, Trabajo en equipo
- Actitudes: Interés por el aprendizaje continuo, Conciencia social, Respeto por la vida y el medio ambiente, Respeto por sus compañeros y la institución, Servicio a su comunidad, Disciplina para el trabajo, Sentido del orden, Proactivo y propositivo
- Valores: Respeto y aprecio por el medio ambiente, Responsabilidad, Tolerancia, Colaboración, Honestidad

El perfil de ingreso al Programa Educativo se difunde a través de las páginas de las unidades académicas, en folletería y una vez al semestre se realiza la EXPO UABC, que es un evento donde se brinda información tanto del perfil de ingreso como de egreso a los estudiantes de preparatoria.

La admisión a un Programa Educativo de la UABC es un proceso institucional, y se da cuando un aspirante aprueba el concurso de selección para ingresar al Tronco Común, pero esto no exige la verificación completa de los atributos del perfil de ingreso. Será en la etapa de Tronco Común donde se reafirmarán o se desarrollarán el resto del conocimiento, habilidades y actitudes para presentar un perfil de ingreso congruente al Programa Educativo y alcanzar los objetivos del plan de estudio.

Un perfil de ingreso que reúne las características establecidas para el Bioingeniero acerca al alumno a la obtención del perfil de egreso, tipificado en la propuesta de creación del PE como ¨un profesionista capaz de aplicar los conocimientos científicos, tecnológicos, humanísticos y de gestión para dar solución a las problemáticas de su propia disciplina. ¨

Cabe señalar que las características que se mencionan, no tienen la finalidad de realizar selección alguna. Si bien cada característica mencionada es altamente deseable, no se escoge a los alumnos de nuevo ingreso en función de que las posea en un 100%. Sin embargo, un alumno tendrá mayor facilidad para adquirir los nuevos conocimientos en función de que satisfaga mejor el perfil enunciado.

Para ingresar a un Programa Educativo de licenciatura en la UABC, es requisito obligatorio que el aspirante realice y apruebe un examen de conocimientos. Al inicio del plan de estudios actual, en el ciclo 2009-2, el examen de conocimientos que se aplicaba a los aspirantes que deseaban ingresar a UABC era el examen EXHCOBA. Sin embargo, por disposición institucional, a partir del ciclo 2013-2 se implementó en su lugar el EXANI-II, que lo ofrece el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL). Este examen de CENEVAL lo aplicó la UABC durante 4 años en sus procesos de admisión.

Desde la convocatoria 2017-2 se viene implementando el nuevo Examen de Selección UABC, que mide la capacidad que tienen los aspirantes para aplicar los conocimientos y habilidades que poseen y que serán requeridos para atender con éxito

las demandas propias de su formación universitaria. En lo particular, este Examen mide las habilidades de Lectura, Matemáticas y Lengua escrita que poseen los aspirantes a ingresar a la universidad. Las principales características del Examen de Selección de la UABC son las siguientes:

- Tres componentes: Prueba de Lectura, Prueba de Lengua Escrita y Prueba de Matemáticas.
- Énfasis en la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridos con anterioridad y que un estudiante debe poseer para enfrentar con éxito sus estudios universitarios.
- La versión 2017-2 del examen contaba con un número total de 122 preguntas, distribuidas de la siguiente manera:
    - Prueba de Lectura: 36 preguntas
    - Prueba de Lengua escrita: 36 preguntas
    - Prueba de Matemáticas: 50 preguntas
- El tiempo para realizar dicha prueba fue de tres horas, La puntuación final del examinado se presenta en una escala de 700 a 1300puntos.

El perfil de egreso se diseñó en el plan de estudios 2009-2, en base a un diagnóstico que identifica las problemáticas del entorno donde se desenvuelve profesionalmente un Bioingeniero. De estas problemáticas se obtienen las competencias profesionales que define el perfil de egreso del plan de estudios, de la siguiente forma:

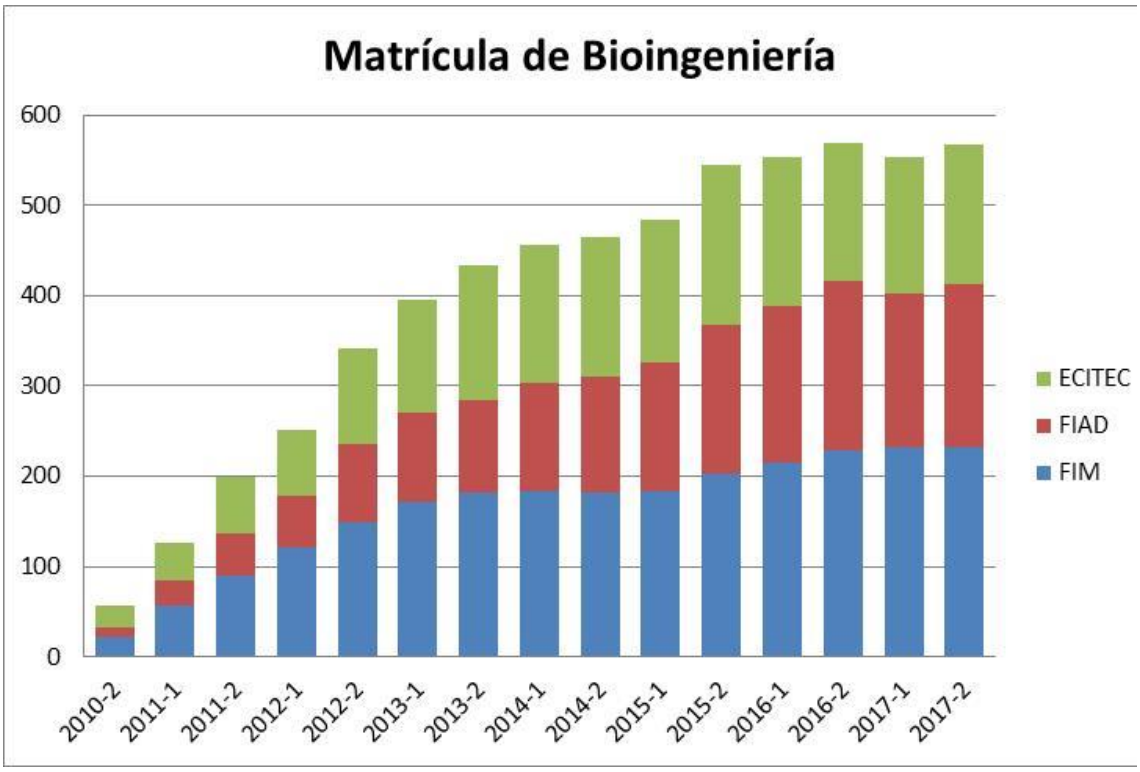
- Generar equipos e instrumentos de uso biomédico, biotecnológico y medio-ambiental.
- Acondicionar espacios físicos, incorporar e integrar sistemas tecnológicos y de información para uso biomédico y Bioindustrial,
- Diseñar e implementar estrategias de producción de biocatalizadores, biomateriales y bioprocesos, así como de tratamiento de la contaminación y prevención del deterioro ambiental,
- Participar en la gestión, administración y generación de empresas en el área de la bioingeniería.

El reciente estudio de egresados demuestra una adecuada operación interna y la pertinencia del PE de Bioingeniería en la sociedad. Ya que de los resultados obtenidos de la encuesta de egresados se observa que el Bioingeniero aplica sus competencias profesionales en proyectos de biotecnología, ingeniería biomédica y medio ambiente. Su desempeño incide en el sector público y organismos descentralizados, en el sector privado o como profesional independiente.

En el aspecto social, el Bioingeniero responde a las necesidades y cumple su función como un promotor de mejora dentro de la comunidad en la que se desempeña profesionalmente. Y en cuanto a la formación recibida por el Programa Educativo, la gran mayoría de los egresados (El 87.7%) están satisfechos o totalmente satisfechos con la formación recibida.

La matrícula total del Programa Educativo de Bioingeniero era de 569 alumnos en el semestre 2016-2 en los tres campi en donde se oferta el PE, determinados como en número de alumnos registrados en el programa al inicio del semestre, sin contar al Tronco Común. La matrícula total del programa ha estado creciendo, si lo comparamos con una matrícula de 57 alumnos que se tenía en el ciclo 2010-2; y especialmente la matrícula de primer ingreso se ha mantenido en un número mayor al mínimo que requiere la institución para abrir un grupo por semestre. Aunque la demanda de nuevo ingreso ha sido suficiente, no ha aumentado por igual en las tres unidades académicas (CSGE, 2018).

Gráfica 25: Matrícula del Programa Educativo de Bioingeniería



***Fuente**: Coordinación de servicios estudiantiles y gestión escolar. Registro de estadística poblacional*

De acuerdo al modelo flexible implantado en la UABC, los alumnos tienen la libertad de seleccionar la carga académica de cada semestre, con el objetivo de permitir tanto a alumnos de tiempo completo como a alumnos de tiempo parcial, que dividen sus actividades entre la escuela y el trabajo o madres de familia que cursan un Programa Educativo de nivel superior, cumplir con sus objetivos educativos, en la medida que sus posibilidades les permitan, lo cual se sustenta en los artículos 113, 116 y 126 del Estatuto Escolar.

La normatividad universitaria establece que el alumno puede cubrir la totalidad de los créditos hasta en un máximo de 14 periodos, mientras que la duración promedio en el PE es de 9 semestres. Para efectos de eficiencia terminal se considera al número de alumnos que culminan sus créditos en los 8 semestres considerados en el plan de

estudios. Actualmente el Programa Educativo de Bioingeniero cuenta con los siguientes datos estadísticos:

Tabla 23: Número de alumnos de nuevo ingreso al Programa Educativo de Bioingeniería

Cohorte (mes y año de ingreso)	Alumnos de nuevo ingreso FIAD	Alumnos de nuevo ingreso FIM	Alumnos de nuevo ingreso ECITEC
2009-2	29	34	
2010-1	17	34	
2010-2	37	37	22
2011-1	26	25	13
2011-2	53	37	25
2012-1	17	16	15
2012-2	47	46	29
2013-1	21	21	25
2013-2	55	43	37
2014-1	33	15	26
2014-2	54	43	31
2015-1	33	19	16
2015-2	56	54	36
2016-1	37	15	
2016-2	46	37	

Fuente: UABC CSEGE, año unidades académicas

El Programa Educativo requiere de un presupuesto para su operación. La FIM, FIAD y ECITEC cuentan con un presupuesto anual autorizado por la Unidad de Presupuesto y Finanzas desde la administración central de la UABC, dicho presupuesto es aprobado por Consejo Universitario y es sobre el gasto operativo, cuotas, sorteos, entre otros. La unidad de Presupuestos y Finanzas asigna el presupuesto anual a las Facultades solicitándole una programación del rubro de acuerdo a las metas consideradas en su Plan de Desarrollo, así como una distribución de los recursos para el año en curso.

Además, a las Facultades ingresan recursos propios mediante la inscripción semestral de los estudiantes, venta de boletos de los sorteos de la Universidad, gestión de recursos económicos vía proyectos de vinculación, cursos de educación continua.

Otra fuente de recursos o apoyos extraordinarios que recibe las Facultades es del PFCES el cual asigna recursos para el desarrollo de los cuerpos académicos y equipamiento de programas educativos.

Figura 8: Recibos de Pago emitidos por la Tesorería de la UABC

Universidad Autónoma de Baja California

TESORERÍA

DETALLE DEL PAGO

Referencia	[illegible]	**Nombre**	[illegible]
Fecha de Pago	19/01/2018	**No. Autorización**	[illegible]
No. Recibo/Cobro	[illegible]	**Caja**	[illegible]
Periodo	20181	**Etapa**	BÁSICA
Unidad	FACULTAD DE INGENIERIA		
Programa de Estudio	TRONCO COMUN (AREA DE INGENIERIA)		

CÓDIGO	CONCEPTO DE COBRO	IMPORTE
INSCRIPCION		
4.1.7.3.8.32.5860	SEGURO ESTUDIANTIL	$ 25.00
4.1.7.3.3.1.7855	TRAMITE UNICO DE TITULACION	$ 350.00
4.1.7.3.8.24.7415	PROGRAMA FORMACION INTEGRAL DEL ESTUDIANTE	$ 248.00
4.1.7.3.8.27.7417	FONDO PARA MOVILIDAD ESTUDIANTIL	$ 295.00
4.1.7.3.8.8.7421	CUOTAS PRO-CONSTRUCCION	$ 320.00
4.1.7.3.8.3.7395	CUOTAS PARA LABORATORIOS	$ 447.00
2.1.1.9.1.6029.6260	CUOTA FONDO PRO-GRADUACION Y GESTION INST. EST.	$ 100.00
4.1.7.3.8.20.7854	CUOTA FONDO PARA BECAS	$ 115.00
4.1.7.3.1.2.1857	CUOTAS POR COLEGIATURA	$ 0.30
4.1.7.3.2.14.7907	USO Y SERVICIO CONSULTA A BIBLIOTECA	$ 285.00
4.1.7.3.2.2.7935	EXPEDICION DE CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS	$ 25.00
4.1.7.3.2.2.7932	EXPEDICION DE CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS	$ 200.60
4.1.7.3.8.1.7395	CUOTAS PARA MATERIALES Y EQUIPOS	$ 511.00
4.1.7.3.1.1.1857	CUOTAS POR INSCRIPCION	$ 0.10
	SubTotal:	$ 2,922.00
	Comisión bancaria:	$ 0.00
	Total:	$ 2,922.00

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

TESORERÍA
DETALLE DE CONCEPTOS PAGADOS

Datos Del Solicitante

Matricula: [redacted]
Nombre: [redacted]
Fecha de Pago: *19/7/2017*
No. Recibo/Cobro: [redacted]
Caja: [redacted]
No. Autorización: [redacted]
Unidad: *140 - FACULTAD DE INGENIERIA*
Programa de Estudio: *14051 - TRONCO COMUN (AREA DE INGENIERIA)*
Etapa: *6 - NVO INGRESO*
Periodo: *2017-2*

CODIGO	CONCEPTO DE COBRO	IMPORTE
INSCRIPCION		
4.1.7.3.8.10.7405	CUOTA CURSO PROPEDEUTICO	950.00
4.1.7.3.8.26.7395	CUOTA EXAMEN DIAGNOSTICO	50.00
4.1.7.3.8.20.7854	CUOTA FONDO PARA BECAS	115.00
2.1.1.9.1.6029.6260	CUOTA FONDO PRO-GRADUACION Y GESTION INST. EST.	100.00
4.1.7.3.8.3.7395	CUOTAS PARA LABORATORIOS	376.00
4.1.7.3.8.1.7395	CUOTAS PARA MATERIALES Y EQUIPOS	438.00
4.1.7.3.1.2.1857	CUOTAS POR COLEGIATURA	0.30
4.1.7.3.1.1.1857	CUOTAS POR INSCRIPCION	0.10
4.1.7.3.8.8.7395	CUOTAS PRO-CONSTRUCCION	320.00
4.1.7.3.2.2.7932	EXPEDICION DE CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS	200.60
4.1.7.3.2.2.7935	EXPEDICION DE CERTIFICADOS Y DOCUMENTOS	25.00
4.1.7.3.2.8.7932	EXPEDICION DE CREDENCIALES	30.00
4.1.7.3.8.27.7417	FONDO PARA MOVILIDAD ESTUDIANTIL	287.00
4.1.7.3.8.24.7415	PROGRAMA FORMACION INTEGRAL DEL ESTUDIANTE	390.00
4.1.7.3.8.32.5860	SEGURO ESTUDIANTIL	25.00
4.1.7.3.3.1.7855	TRAMITE UNICO DE TITULACION	350.00
4.1.7.3.2.14.7907	USO Y SERVICIO CONSULTA A BIBLIOTECA	285.00
	SubTotal:	**$3,942.00**

Total: **$3,942.00**

De acuerdo a los procedimientos para la asignación del gasto de operación del PE, la dirección de las Facultades los asigna por escrito al responsable del PE y el recurso puede ser ejercido de forma inmediata y hasta la fecha definida en dicho oficio. Los recursos adicionales como los de PFCES o recursos extraordinarios de la Dirección, el programa los gestiona y son incorporados a su presupuesto para ser utilizados en las actividades señaladas en el plan de trabajo inicial. Existen recursos de proyectos por convocatorias externas e internas en donde se puede adquirir equipamiento y

consumibles para el laboratorio y para los profesores de tiempo completo del Programa Educativo.

Respecto a los lineamientos para la asignación del gasto de operación, la Dirección de las unidades académicas implementa una política para el uso de los recursos, en donde con base al Plan de Desarrollo de la Facultad cada Programa Educativo debe presentar al inicio del ciclo escolar un proyecto de actividades con sus respectivos presupuestos. Dicho proyecto es realizado por el responsable del Programa Educativo tomando en cuenta las opiniones de sus académicos.

El presupuesto inicial del Programa Educativo se compone de tres rubros generales:

- Fijo. Es un monto fijo asignado por la Dirección de la Facultad. Dicho recurso puede ser utilizado para material de oficina, materiales para laboratorios, comisiones para maestros y alumnos, becas compensación y órdenes de servicio de mantenimiento menor.
- Propio. Monto obtenido por el Programa Educativo por concepto de cursos inter-semestrales, servicios de laboratorio, cursos de educación continua, proyectos, etc. Estos recursos pueden ser utilizados, además de los mencionados en el fijo, para órdenes de mantenimiento y pago de servicios por honorarios.
- Sorteos. Monto obtenido por el 70% de la venta de boletos por alumnos y maestros adscritos del Programa Educativo. Este recurso se podrá destinar a equipo diverso de aulas, talleres y laboratorios, mobiliario escolar, movilidad estudiantil, adquisición de unidades para transporte escolar, entre otros.

Al terminar el ciclo escolar, la Dirección da a conocer a la comunidad todos los recursos que se asignaron al Programa Educativo y en que fueron ejercidos. Y usualmente ocurre, que además de los recursos iniciales asignados al PE, la Dirección aporta recursos extraordinarios para poder cumplir con las metas semestrales en la operación del programa.

En cuanto a la transparencia en el manejo de los recursos financieros se realiza de acuerdo al Reglamento para la Transparencia y Acceso a la Información de la UABC, Capítulo I, Artículo 2, donde menciona que todas las unidades académicas deben proveer el acceso a la información, transparentar la gestión universitaria y favorecer la rendición de cuentas a la comunidad universitaria y sociedad en general.

En la estructura organizacional para operar el PE de Bioingeniería se encuentran los profesores que lo atienden, comprometidos con la calidad de los servicios educativos y preocupados por mejorar sus capacidades de investigación y docencia, distribuidos en cada uno de los Campus de la siguiente manera:

Tabla 24: Composición de los profesores que atienen el PE de Bioingeniería

Campus	PTC	Asignatura	PRODEP	SNI	En CA
Ensenada	7	27	5	3	6
Mexicali	7	34	6	2	5
Valle de las Palmas	7	9	6	1	6

Fuente: Elaboración propia.

Los docentes que imparten asignaturas en el programa cuentan con estudios afines. El nivel máximo de estudios de los profesores del PE de Bioingeniería se distribuye de la siguiente manera: licenciatura 36%; maestría 28% y doctorado 36%. Adicionalmente, un 7% cuenta con estudios postdoctorales. El PE de Bioingeniería cuenta con profesores que tienen el perfil deseable PRODEP. Una buena proporción de los PTC han sido miembros o pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Actualmente el 29% pertenece al SNI con el nombramiento vigente. Los docentes se encuentran participando en seis cuerpos académicos reconocidos ante PRODEP; y trabajan en áreas afines a la Bioingeniería.

Con respecto a la selección de nuevos profesores, son plazas autorizadas por la Rectoría, con base en una recomendación emitida por el Director de la Facultad en coordinación con el Subdirector y el Responsable del PE, en función de las necesidades del programa. Antes de su contratación, se establece un proceso de selección que incluye la publicación de la vacante con el perfil específico dependiendo

de las necesidades del Programa Educativo. Luego los aspirantes a nuevo PTC son evaluados tanto en su producción científica como en su actividad profesional en la docencia e industria, estas evaluaciones incluyen entrevistas, revisión de documentos probatorios y la conducción de una clase modelo con un comité evaluador. Para posteriormente y de manera conjunta, emitir una recomendación para la aprobación por parte de la Rectoría. Los PTC del PE dominan al menos el idioma inglés, además de que deben mostrar evidencias de publicaciones y presentaciones en inglés.

El Programa Educativo no cuenta con un programa formal de preparación de profesores para cubrir plazas vacantes por jubilación o retiro. Cuando se presenta un caso de esta naturaleza, la Comisión Dictaminadora del Personal Académico lanza una convocatoria tanto interna como externa para iniciar el proceso de selección antes mencionado, con el objetivo de identificar al candidato ideal para cubrir la plaza vacante por jubilación o retiro, en función a las necesidades del PE.

En cuanto a las funciones del personal académico, se cumple con lo establecido en el artículo 3 del Estatuto del Personal Académico de la UABC. Además, para la preparación, impartición y evaluación de sus materias, los docentes se basan en el Programa de Unidades de Aprendizaje de la asignatura (PUA). Los PUAs se elaboran para cada asignatura, con base en el Modelo Educativo de la UABC, el cual especifica los requisitos en la estructura de las materias. Los PUAs especifican los conocimientos necesarios del alumno para poder cursar la materia, las competencias que se adquirirán durante el curso, los contenidos, las estrategias de enseñanza y los mecanismos de evaluación. Los PTC del PE imparten aproximadamente 3 asignaturas al semestre, con un mínimo de 14 y un máximo de 20 horas por semana.

Referente a la investigación, se pone en efecto lo enunciado en el Estatuto General de la UABC en el artículo 4 fracción II, de tal suerte que, dentro del contrato de los PTC se especifica también las horas dedicadas a la investigación. En el caso del PE son de 20 horas por semana para los PTC del grupo que cuenten con el nombramiento vigente del SNI, mientras que los restantes PTCs, las horas de investigación son acordes a

proyectos internos vigentes que tengan registrados ante el departamento de posgrado Los PTC del PE realizan investigación de calidad internacional, la cual se publica en revistas internacionales y es evaluada periódicamente por el Sistema Nacional de Investigadores, PRODEP y CONACYT.

Las actividades de vinculación y de las etapas disciplinaria y terminal se desarrollan mediante la supervisión por parte de Coordinación de Formación Profesional y Vinculación Universitaria, el responsable y el auxiliar de vinculación. En funciones tales como la formulación y actualización permanente de los planes y programas de estudio, así como organizar y supervisar los programas y actividades para la evaluación y formación del personal docente, y la vinculación universitaria. Fortaleciendo la comunicación y participación con otras instancias y sectores diversos de la sociedad en su conjunto; promoviendo los servicios que ofrece la unidad académica principalmente en materia de servicios social profesional, prácticas profesionales, seguimiento de egresados, proyectos productivos y educación continua.

Referente a la participación de los estudiantes en proyectos de vinculación, el estatuto escolar en el capítulo noveno, artículo 155, establece que los proyectos de vinculación con valor en créditos son una de las modalidades disponibles con valor en créditos, para fortalecer el aprendizaje extramuros y acercar al alumno a su ámbito de profesión. Los registros de proyectos de vinculación con valor en créditos se realizan al inicio de cada semestre, especificando las actividades a realizar ya sea en la empresa o en colaboración con algún proyecto de investigación, dentro o fuera de la institución, de acuerdo con el formato establecido.

En cuanto a las actividades de difusión de la cultura, el estatuto universitario en su artículo 167 (VI) establece que la institución ofertará programas deportivos y de difusión cultural; así mismo, en la sección séptima “Actividades deportivas, culturales y de recreación” en los artículos 186 y 188 describe que con el propósito de fortalecer la formación integral de los alumnos, las vicerrectorías y unidades académicas promoverán la realización periódica de eventos deportivos, artísticos, recreativos y de

difusión cultural y de conservación del medio ambiente. En este sentido, la facultad de artes oferta cursos culturales, no sólo a alumnos, empleados y egresados, sino a la comunidad en general. Estos cursos incluyen: talleres de teatro, danza, literatura y artes plásticas entre otros. Las Facultades organizan anualmente eventos como el Festival Cultural, Artístico y Deportivo y la Semana de Ingeniería, donde se promueven torneos de ajedrez, oratorio, videojuegos, proyecciones cinematográficas y conciertos al aire libre.

En cuanto al programa de tutorías, el estatuto escolar en el artículo 167 (I) establece que es obligación de la institución ofrecer asesoría y tutorías a los alumnos; así mismo en los artículos del 168 al 170 menciona que cada alumno tiene derecho a que se le asigne un tutor a lo largo de su formación, con el propósito de orientar y auxiliar a los alumnos para que éstos diseñen un programa de actividades que favorezca su formación integral y contribuya a alcanzar el perfil de egreso establecido. Por su parte, el modelo educativo establece la impartición de tutoría académica como uno de los ejes transversales de la formación profesional del alumno. Los procesos de tutorías están descritos en los manuales que cada unidad académica emitirá para tal efecto.

Los docentes tienen bajo su responsabilidad dar seguimiento académico a aproximadamente 30 alumnos por docente, a quienes imparten tutorías individuales y grupales, principalmente al inicio del semestre, para apoyar en la selección de asignaturas a cursar. La tutoría académica en la UABC es el proceso mediante el cual se hace disponible la información sistemática al tutorado que le permita la planeación y desarrollo de su proyecto académico y profesional, a través del acompañamiento de un tutor, quien reconoce, apoya y canaliza las necesidades específicas que le plantea el tutorado, considerando la normatividad y apoyos institucionales disponibles que responden a estas necesidades, respetando en todo momento la libertad del estudiante en la toma de las decisiones de su trayectoria académica.

El propósito de la tutoría académica es potencializar las capacidades y habilidades del alumno para que consolide su proyecto académico con éxito, a través de una actuación responsable y activa en su propia formación profesional con la guía y acompañamiento de un tutor. Este programa de tutorías se registra en línea en el Sistema Institucional de Tutorías (http://tutorias.uabc.mx/).

Las Asesorías en el PE, para unidades de aprendizaje de etapa disciplinaria y terminal se imparten a través de un programa de servicio social profesional, donde alumnos que ya han aprobado la unidad de aprendizaje apoyan a otros que presentan dificultades en temas diversos. En el caso de las asignaturas de etapa básica, el área de Orientación Educativa y Psicológica opera un programa similar de asesorías para las materias como calculo integral, estática dinámica y circuitos.

Adicionalmente los docentes desarrollan actividades relacionadas a los procesos administrativos del PE de Bioingeniería, como coordinación de áreas, gestión de compras, elaboración de reportes y coordinación de actividades académicas.

Conclusiones

La correspondencia de la Misión y Visión del Programa Educativo en Bioingeniería, en sus diferentes campus, es acorde con la de la UABC y las Facultades en donde se imparte el PE, y se tiene un alcance en la comunidad gracias a las estrategias institucionales implementadas. En cuanto al alcance de la difusión, los canales utilizados para hacer accesible y pública la información a todos los niveles son adecuados.

El Programa Educativo tiene la suficiencia y pertinencia de los atributos para que el alumno de nuevo ingreso pueda lograr los objetivos del plan de estudios, cuenta con un perfil de ingreso congruente, ya que enlista las características deseables que los aspirantes a ingresar al Programa Educativo deben poseer para cumplir satisfactoriamente con las competencias establecidas en el plan de estudios.

El perfil de egreso del Programa Educativo de Bioingeniería es congruente con el enfoque de competencias del Modelo Educativo al establecer las competencias profesionales que definen al egresado del Programa Educativo, las que se desglosan en competencias específicas que al lograrse se fomenta: Conocimientos a adquirir, habilidades a desarrollar, actitudes y valores.

Las políticas de asignación de gasto y rendición de cuentas están establecidas, ya que cada ciclo escolar se realizan ejercicios donde se muestra la cantidad asignada al PE y la clasificación general del gasto realizado, por lo que se considera que se sigue los lineamientos establecidos en la transparencia y rendición de cuentas. La debilidad presupuestaria estriba en que no hay suficiente recurso programado para el plan semestral del PE, y se requiere de gestión complementaria para acceder a recursos extraordinarios de la Dirección.

Se cuenta con una estructura organizacional funcional si consideramos que en el PE de Bioingeniería los docentes cuentan con estudios de posgrado, la mayoría pertenecen al SNI o al PRODEP. La proporción de alumnos por PTC es 1/30 aproximadamente y la carga de los docentes está balanceada y les permite la realización de actividades de vinculación, gestión e investigación.

Los PTC del PE imparten asignaturas de especialidad en el programa, que son congruentes con su formación y área de especialidad. Por otro lado las actividades están balanceadas de acuerdo a las necesidades del programa y son reguladas por lineamientos establecidos en la normatividad.

El examen de admisión y el examen psicométrico identifican áreas del conocimiento que el estudiante que desea ingresar al P.E. de Bioingeniería debe de poseer, pero no seleccionan el perfil de ingreso a cabalidad, por lo que no se puedes asegurar que los alumnos cuentan al 100% con el perfil de ingreso al programa.

La matrícula ha crecido hasta un punto de equilibrio en donde las condiciones generales de operación del programa se mantienen de forma adecuada. Pero un mayor crecimiento en la matricula afectaría las condiciones generales de operación del programa, principalmente en rubros de atención con calidad e infraestructura, lo que requiere de poner atención a estos aspectos.

4.2 Evaluación del currículo específico y genérico.

Introducción

La evaluación del currículo específico y genérico incluye evaluar el plan de estudios, el mapa curricular, las asignaturas o unidades de aprendizaje, la tecnología educativa y de la información utilizada para el aprendizaje, los cursos o actividades complementarios para la formación integral y la enseñanza de otras lenguas extranjeras. La trascendencia y propósito de esta evaluación es conocer la presencia o disponibilidad institucional que garantice la calidad de todos los elementos del currículo, lo que permite determinar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, a fin de fundamentar la modificación o actualización del plan de estudios.

Metodología

Para evaluar los fundamentos y condiciones de operación del Programa Educativo se realizó una investigación documental y empírica para describir los siguientes aspectos del plan de estudios 2009-2:

- Evaluación del modelo educativo y plan de estudios: Evaluación del plan de estudios, Evaluación del mapa curricular, Evaluación de las asignaturas o unidades de aprendizaje, Evaluación de la tecnología educativa y de la información para el aprendizaje
- Evaluación de las actividades para la formación integral: Evaluación de los cursos o actividades complementarios para la formación integral, y Evaluación de la enseñanza de otras lenguas extranjeras
- Se consideraron las siguientes fuentes de información:

- Programa Educativo vigente: Plan de estudios o Mapa curricular, Asignaturas o unidades de aprendizaje, Tecnología educativa y de la información utilizada para el aprendizaje, Cursos o actividades complementarios para la formación integral, Enseñanza de otras lenguas extranjeras
- Encuesta Anual de Ambiente Organizacional, así como el sistema de evaluación docente, para tener la opinión de estudiantes, profesores, coordinadores y directivos
- Encuesta a los egresados del Programa Educativo, diseñada a nivel Estado y con reactivos que pueden medir la satisfacción del egresado sobre la funcionalidad del plan educativo. Aplicándose un total de 130 encuestas, como muestra representativa con al menos 95% de confianza.

Resultados

El plan de estudios del Programa Educativo (PE) de Bioingeniería se construyó bajo los lineamientos del modelo educativo siguiendo la Guía Metodológica para la Creación y Modificación de planes de Estudios de la UABC (Guía metodológica UABC, 2010). Al crear el plan de estudios, se buscó que fuera congruente con la misión y visión de la unidad académica a la que pertenece.

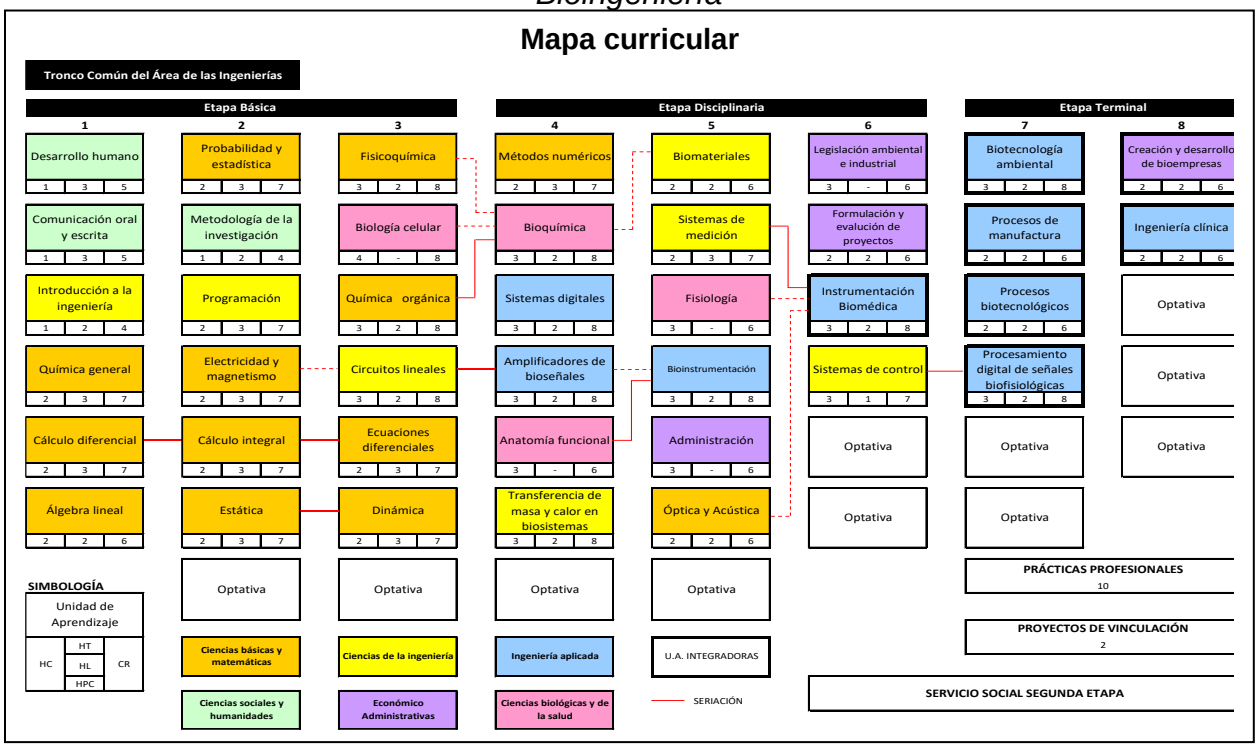
De esta manera, el egresado del PE de Bioingeniería tiene un perfil de egreso en congruencia con la Misión y Visión del Plan de Desarrollo de las Facultades en donde se oferta el programa, las cuales exponen que el egresado es un profesionista con un enfoque multidisciplinario altamente capacitado, que impulsa la innovación tecnológica y vinculación, ya que puede enfocarse en el estudio de los principios básicos de Biomédica y Biotecnología.

En este sentido, el egresado tiene la capacidad de aplicar los conocimientos científicos, tecnológicos, humanísticos y de gestión para dar solución a las problemáticas de su propia disciplina mediante el diseño de equipos e instrumentos de uso biomédico, biotecnológico y medio-ambiental y el acondicionamiento de espacios físicos, el Bioingeniero tiene los objetivos de incorporar e integrar sistemas

tecnológicos y de información para uso biomédico y bioindustrial, así como de diseñar e implementar estrategias de producción de biocatalizadores, biomateriales y bioprocesos, y de tratamiento de la contaminación y la prevención del deterioro ambiental. Finalmente, es capaz de participar en la gestión, administración y generación de empresas en el área de la bioingeniería.

El plan de estudios del PE posee aspectos del modelo educativo de la UABC al ser flexible en gran porcentaje: poseer una estructura por etapas de formación (básica, disciplinaria y terminal), estar basado en un sistema de créditos, favorecer la movilidad, considerar el desarrollo cultural y deportivo como parte de la formación integral y fomentar la vinculación a través de la práctica profesional. En el mapa curricular, las asignaturas están ordenadas en ocho períodos, y se ofrecen de tal manera que el alumno pueda cursarlas en bloques, hasta completar los créditos del Programa Educativo, promoviéndose la modalidad educativa escolarizada.

Figura 9: Mapa Curricular del Plan de Estudios Vigente del Programa Educativo de Bioingeniería



El plan de estudios del PE establece 4 competencias generales las cuales atienden o solucionan diversas problemáticas sociales del ámbito local, regional, nacional e Internacional. Producto de las competencias generales, se identifican competencias específicas, las cuales están presentes en el mapa curricular mediante distintas asignaturas.

El plan de estudios presenta gradualidad establecida por etapas de formación. La etapa básica consta de tres períodos y es donde se adquieren los conocimientos fundamentales de las ciencias básicas como matemáticas, física, química, etc. Sigue la etapa disciplinaria, también con tres períodos, en la que se adquieren los conocimientos fundamentales de las ciencias de ingeniería; y finalmente, la etapa terminal, donde se aplican los conocimientos adquiridos en la etapa disciplinaria. Esta última etapa es posible cursarle en dos periodos.

Se busca tener una seriación básica en la matriz disciplinaria, aplicándose principalmente a las asignaturas de las áreas de: Bioquímica, Amplificadores de Bioseñales, Bioinstrumentación, Instrumentación Biomédica y Procesamiento digital de señales. Es importante también el papel del tutor, ya que, en las asignaturas sin seriación, es el que guía al estudiante y autoriza su carga académica en el período, previo análisis de su historial académico.

Entre las diversas características que debe tener un aspirante a ingresar al PE destaca el tener conocimientos en el área físico-matemáticas, con habilidades para analizar e interpretar problemas, leer y redactar documentos, sintetizar información y actitudes de pensamiento analítico y crítico. Las características del aspirante a ingresar coinciden con algunas de las asignaturas de la etapa básica como lo son: Matemáticas, Estática, Dinámica, Comunicación Oral Escrita, entre otras, en las cuales se refuerzan estos conocimientos y habilidades necesarias.

Las unidades de aprendizaje que integran al plan de estudio PE han sido diseñadas en concordancia con el enfoque de competencias, por lo que cuentan con

competencias de unidad de aprendizaje y competencias de unidad temática en lugar de objetivos curriculares.

Existen unidades de aprendizaje integradoras, las cuales son la parte final de un conjunto de unidades de aprendizaje, relacionadas vertical y horizontalmente, para lograr las competencias específicas que definen las líneas de conocimiento. El plan de estudios del PE e Bioingeniería posee seis asignaturas integradoras, las cuales son: Biotecnología ambiental, Procesos de manufactura, Procesos biotecnológicos, Procesamiento digital de señales biofisiológicas, Creación y desarrollo de bioempresas e Ingeniería Clínica.

El sistema de créditos es otra característica del PE de Bioingeniería, el que está conformado de tal manera que el alumno debe cubrir 350 créditos. De éstos, 270 son obligatorios (77%), 10 son de prácticas profesionales (3%) y 70 (20%) son completados a través de materias o actividades optativas incluyendo 2 créditos de proyectos de vinculación.

Para el PE de Bioingeniería, se tiene la siguiente asignación de créditos obligatorios por etapa: la etapa básica con un total de 119 créditos (37 horas clase, 13 horas de laboratorio y 32 horas de taller), en la etapa disciplinaria, 111 créditos (43 horas clase, 13 horas de laboratorio y 11 horas de taller) y en la etapa terminal 40 créditos (14 horas clase, 2 horas de laboratorio, 8 horas de taller y 2 horas de prácticas de campo). Además, se asignan 10 créditos a las prácticas profesionales. Cada una de las etapas contempla sus seriaciones respectivas mostrados en el mapa curricular. Asimismo, el plan de estudios tiene la siguiente asignación de créditos optativos por etapa: básica con un total de 12 créditos, en la etapa disciplinaria el alumno tiene que cursar 22 créditos y en la etapa terminal, 34 créditos

Las unidades de aprendizaje obligatorias son las que se consideran básicas para la formación del Bioingeniero, mientras que las optativas se integran por asignaturas que apoyan a la formación integral (idioma, cultura y deporte) y a la especialidad o área de

énfasis. Las asignaturas se relacionan por áreas de conocimiento definidas en Ciencias Básicas y Matemáticas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada y Ciencias Sociales y Humanidades.

Las Unidades de Aprendizaje que conforman el plan de estudios de Bioingeniería se agrupan de acuerdo a las áreas de conocimiento que establece el Consejo de Acreditación de la Calidad de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). De acuerdo a esta clasificación, el plan de estudios de Bioingeniería contempla 91 créditos obligatorios del área de Ciencias Básicas y Matemáticas, distribuidos en 13 unidades de aprendizaje, representando un total del 26% de los créditos; 47 créditos obligatorios y 14 créditos optativos del área de Ciencias de la Ingeniería, distribuidos en 7 y 2 unidades de aprendizaje respectivamente, lo que constituye un total del 18% de los créditos a cursar.

El área de Ingeniería aplicada representa un total del 32% de los créditos, contempla 66 créditos obligatorios que se obtienen a través de 9 unidades de aprendizaje y 6 créditos optativos distribuidos en 6 unidades de aprendizaje.

El área de Ciencias Sociales y Humanidades se divide en 14 créditos obligatorios y 6 créditos optativos, el área Económico Administrativas se compone de 24 créditos obligatorios que se obtienen a través de 4 unidades de aprendizaje; y por último el área de Ciencias Biológicas y de la salud se conforma de 28 créditos obligatorios y 9 créditos optativos que representa el 11% de los créditos

La evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje se hace principalmente por el titular de la asignatura. Cada asignatura tiene su estructura de programa, en la que se tienen plasmados los criterios de evaluación y acreditación. El profesor debe ajustarse a esos criterios y realizar la evaluación final. Adicionalmente a esto, se tiene evaluación por parte de los alumnos a los docentes. Los programas de unidades de aprendizaje (PUA) deben contener los criterios metodológicos establecidos por la Coordinación de Formación Básica.

Los PUA del PE son elaborados a partir de los Lineamientos de Elaboración y Registro de los Programas de Unidad de Aprendizaje de la UABC, los cuales establecen los criterios, procedimientos y mecanismos operativos para su creación. En dichos lineamientos destacan los procedimientos de revisión y análisis de los PUA, las características del formato y el procedimiento para el registro. La estructura del programa de la asignatura debe contener la siguiente información: Datos de identificación, Propósito general del curso, Competencia del curso, Evidencias de desempeño, Metodología de trabajo, Criterios de evaluación y bibliografía.

La estructura del plan de estudios se compone de ocho períodos, divididos en tres etapas:

- La Etapa Básica, que comprende los primeros tres periodos incluyendo al tronco común de ciencias básicas homologado en todos los programas educativos de ingeniería de la UABC. Las asignaturas de esta etapa son del área de ciencias básicas en su mayoría, y buscan que el alumno logre sus competencias genéricas, las cuales se clasifican como: a) de tipo instrumental, que aportan herramientas para el aprendizaje; b) sistémicas, que proporcionan elementos para desarrollar una visión integradora y de conjunto, y c) interpersonales, que permiten mantener una buena interacción social con los demás. Estas competencias apoyan y posibilitan a los alumnos el aprender a aprender, así como desarrollar una visión integradora al proporcionarles una formación tanto dentro de las aulas como a lo largo de la vida.
- La Etapa Disciplinaria es la etapa intermedia en la estructura curricular del Programa Educativo, se extiende los siguientes tres períodos. Las asignaturas son predominantemente del área de ciencias de la ingeniería. En esta fase se desarrollan o profundizan las competencias específicas de la profesión, con un enfoque importante en el desarrollo de competencias de conocimiento y procedimentales propios de la disciplina.
- La Etapa Terminal se encuentra al final del Programa Educativo, donde se consolidan los aprendizajes adquiridos en las dos etapas anteriores, de modo

que se convierte en un espacio de integración en el que se fortalecen tanto las competencias específicas como las profesionales. También cuenta con un mayor componente aplicativo, que permite al egresado incorporarse al campo profesional y, en general, a la sociedad para participar en la solución de problemas prácticos.

Al cursar el alumno las asignaturas del plan de estudios y cumplir con los requerimientos de actividades deportivas y culturales, servicio social, proyectos de vinculación y práctica profesional, obtiene las competencias necesarias para cumplir con el perfil de egreso del plan de estudios.

Las unidades de aprendizaje tienen un valor en número de créditos por hora-semana-mes, que se calculan en función del tipo de horas que las componen. A cada hora-teoría se le asigna dos créditos, ya que se considera que se complementa con una hora de estudio adicional por parte del estudiante. Del mismo modo para una hora-taller, al igual que una hora-laboratorio, se les asigna un crédito.

La Etapa Básica se compone de 131 créditos distribuidos de la siguiente forma:

- 73 créditos de tronco común, correspondientes a 12 unidades de aprendizaje obligatorias.
- 46 créditos obligatorios del tercer semestre, correspondientes a 6 unidades de aprendizaje obligatorias
- 12 créditos correspondientes a 2 unidades de aprendizaje optativas.

La Etapa Disciplinaria se compone de 135 créditos distribuidos de la siguiente forma:

- 111 créditos obligatorios correspondientes a 16 unidades de aprendizaje, y 24 créditos optativos.

La Etapa Terminal se compone de 74 créditos distribuidos de la siguiente forma:

- 40 créditos obligatorios, correspondientes a 6 unidades de aprendizaje.

- 34 créditos optativos, correspondientes a 7 unidades de aprendizaje del área de énfasis que seleccione el alumno, cursadas en proyectos de vinculación o cualquier otra que el desarrollo científico y tecnológico y los recursos de la institución permitan establecer.

Además, se contempla otorgar 2 créditos correspondientes a una unidad de aprendizaje en modalidad de proyectos de vinculación o cualquier otra que el desarrollo científico y tecnológico y los recursos de la institución permitan establecer, y 10 créditos obligatorios correspondientes a prácticas profesionales.

De manera transversal, el plan de estudios tiene cinco ejes principales, que a continuación se enlista:

1. Tutoría académica. Desde su ingreso, el alumno cuenta con el servicio de tutoría académica, que consiste en el acompañamiento de un docente que asume la función de tutor, quien lo apoya durante su trayectoria académica.
2. Cultura y deportes. La cultura y el deporte son componentes indispensables para el desarrollo integral de una persona. A través de las actividades culturales, los alumnos desarrollan su talento y las competencias sociales y comunicativas, además de aprender a revalorar la cultura. Por su parte, las actividades deportivas contribuyen a un mejor estado de salud, tanto física como mental, ingredientes necesarios para la superación académica y una formación integral. Los alumnos tienen la posibilidad de acceder a cursos o actividades culturales y artísticas que pueden llevarse en diferentes unidades académicas. Las actividades pueden ser recreativas, formativas o competitivas y reciben créditos curriculares por su realización.
3. Idioma extranjero. Los alumnos tienen la posibilidad de incorporar idiomas extranjeros a través de cursos formales como parte de su plan de estudios, o bien, de cursarlos en otras unidades académicas. Éstas determinan el nivel del idioma requerido de acuerdo con la disciplina y lo estipulado en el plan de estudios respectivo.

4. Formación en valores. Las unidades de aprendizaje contemplan, de forma explícita, las actitudes y los valores con los que se aplica el conocimiento, con lo que se generan actitudes que contribuyen al fomento y la formación de valores éticos y profesionales en los alumnos.
5. Orientación educativa y psicopedagógica. En la UABC, actualmente la orientación educativa es entendida como un proceso de intervención psicopedagógica que puede darse en diferentes ámbitos (personal, escolar, vocacional e institucional), asumir diferentes modalidades (masiva, grupal o individual) y que tiene como fin primordial dotar al alumno de las herramientas intelectuales, actitudinales, emocionales o valorativas que le permitan conocer y desarrollar formas de vida satisfactorias acordes con sus potencialidades humanas.

Las unidades de aprendizaje a su vez están relacionadas de manera vertical y horizontal. Las competencias específicas contenidas en el plan de estudios, agrupan asignaturas que se cursan en un mismo periodo, por lo que en al menos dos períodos de la etapa disciplinaria se tiene una relación vertical de asignaturas. Las líneas de conocimiento tienen a su vez una secuencia horizontal, a veces mostrada con seriación y en otras veces únicamente por la concatenación natural de los contenidos temáticos hasta llegar a la unidad de aprendizaje integradora. En cada proyecto de vinculación con valor en créditos se tiene una relación vertical con al menos cuatro unidades de aprendizaje.

Existe también una gradualidad en el aprendizaje durante los distintos períodos; así, asignaturas relacionadas con las distintas áreas de la Bioingeniería que se ven en el quinto período sirven como base para desarrollar temáticas en el sexto y séptimo período, aunque no se tenga una seriación obligatoria entre ellas. Por ejemplo, temas de asignaturas como Bioinstrumentación, que son necesarios para desarrollar trabajos y prácticas en asignaturas como Instrumentación biomédica.

Debido a la posibilidad de tomar asignaturas optativas, el alumno tiene una opción flexible para elegir cursar un conjunto de asignaturas que le permitan adquirir conocimientos específicos, o de otras disciplinas, así como cursar asignaturas relacionadas con cultura, arte, idiomas deportes, etc. También, las asignaturas de las áreas de énfasis, son optativas y es factible asociar distintas unidades de aprendizaje a los proyectos de vinculación con valor en créditos.

El plan de estudios contempla 350 créditos hora-semana-mes, y está estructurado para que, idealmente, pueda ser cubierto en ocho períodos; sin embargo, debido al carácter flexible del plan de estudios el tiempo de permanencia del alumno puede ser mayor, teniendo como límite el plazo de 14 periodos para cubrir la totalidad de los créditos de manera estatutaria.

El PE de Bioingeniería, tiene actividades de la enseñanza primordialmente teórico-prácticas (87%) del total de las UAs obligatorias distribuidas en las tres etapas de formación. De las 18 unidades de aprendizaje que conforman la etapa básica el 95% equivale a unidades con actividades de la enseñanza teórico-prácticas. En la etapa disciplinaria el 75% (12 UAs) tienen actividades de este tipo. Por último, en la etapa terminal el 100% de las UAs son teórico-prácticas. Todo esto hace que el alumno deba dedicar horas al estudio y aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en clase en problemas reales, y que con estas actividades desarrolle diferentes habilidades y aprendizajes propios de la Bioingeniería.

Las actividades de aprendizaje, los contenidos temáticos a desarrollar y el tiempo asignado a cada tema están establecidos en las estructuras de los programas de las unidades de aprendizaje; donde se define claramente la pertinencia de los contenidos temáticos y su relación secuencial con las unidades de aprendizajes anteriores y posteriores, como lo marca el Estatuto Escolar en el artículo 119.

La congruencia del plan de estudios con la Misión, Visión, perfiles de ingreso y egreso, la organización curricular y el contenido de las unidades de aprendizaje

permiten al estudiante del PE tener una formación integral y adquirir las competencias necesarias.

A continuación, se presenta en Tablas la descripción de las Unidades de aprendizaje (PUA) del PE de Bioingeniería En donde se muestra la etapa a la que pertenecen, el área de conocimiento y el tipo.

Tabla 25: Descripción de las Unidades de Aprendizaje el PE de Bioingeniería

UNIDADES DE APRENDIZAJE: ETAPA BÁSICA
PROGRAMA EDUCATIVO DE BIOINGENIERÍA
UNIDADES DE APRENDIZAJE OBLIGATORIAS

	CLAVE	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS	ETAPA	CARÁCTER	AREA DE CONOCIMIENTO
1	11206	DESARROLLO HUMANO	1		3		1	5	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
2	11207	COMUNICACION ORAL Y ESCRITA	1		3		1	5	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
3	11208	INTRODUCCION A LA INGENIERIA	1		2		1	4	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
4	11209	QUIMICA GENERAL	2	2	1		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
5	11210	CALCULO DIFERENCIAL	2		3		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
6	11211	ALGEBRA LINEAL	2		2		2	6	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
7	11212	PROBABILIDAD Y ESTADISTICA	2		3		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
8	11213	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	1		2		1	4	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
9	11214	PROGRAMACION	2	2	1		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
10	11215	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO	2	2	1		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
11	11216	CALCULO INTEGRAL	2		3		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
12	11217	ESTATICA	2	1	2		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
13	11347	DINAMICA	2	2	1		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
14	11632	ECUACIONES DIFERENCIALES	2		3		2	7	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
15	11786	FISIOQUIMICA	3		2		3	8	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
16	11787	BIOLOGIA CELULAR	4				4	8	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
17	11788	QUIMICA ORGANICA	3	2			3	8	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
18	11789	CIRCUITOS LINEALES	3	2			3	8	BASICA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS
Total horas/Categoría	592	208	512	0	592	119
Total horas/etapa	1312					

UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

1	11674	CALCULO MULTIVARIABLE	2		3		2	7	BASICA	OPTATIVA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
2	11811	MICROBIOLOGIA	3	3			3	9	BASICA	OPTATIVA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
3	11812	BIOETICA	2		2		2	6	BASICA	OPTATIVA	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
4	12369	PRINCIPIOS DE QUÍMICA ANÁLITICA	2	2			2	6	BASICA	OPTATIVA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS
Total horas/Categoría	144	80	80	0	144	28
Total horas/etapa	304					

UNIDADES DE APRENDIZAJE: ETAPA DISCIPLINARIA
PROGRAMA EDUCATIVO DE BIOINGENIERÍA
UNIDADES DE APRENDIZAJE OBLIGATORIAS

	CLAVE	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS	ETAPA	CARÁCTER	AREA DE CONOCIMIENTO
1	11643	ADMINISTRACION	3				3	6	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
2	11790	METODOS NUMERICOS	2		3		2	7	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
3	11791	BIOQUIMICA	3		2		3	8	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
4	11792	SISTEMAS DIGITALES	3	2			3	8	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
5	11793	AMPLIFICADORES DE BIOSEÑALES	3	2			3	8	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA
6	11794	ANATOMIA FUNCIONAL	3				3	6	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
7	11795	TRANSFERENCIA DE MASA Y CALOR EN BIOSISTEMAS	3	1	1		3	8	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
8	11796	BIOMATERIALES	2	2			2	6	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
9	11797	SISTEMAS DE MEDICION	2		3		2	7	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
10	11798	FISIOLOGIA	3				3	6	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
11	11799	BIOINSTRUMENTACION	3	2			3	8	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA
12	11800	OPTICA Y ACUSTICA	2	1	1		2	6	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS BÁSICAS Y MATEMÁTICAS
13	11801	LEGISLACION AMBIENTAL E INDUSTRIAL	3				3	6	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
14	11802	FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS	2		2		2	6	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
15	11803	INSTRUMENTACION BIOMEDICA	3	2			3	8	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA
16	11804	SISTEMAS DE CONTROL	3	1			3	7	DISCIPLINARIA	OBLIGATORIA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS
Total horas/Categoría	688	208	192	0	688	111
Total horas/etapa	1088					

UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

	CLAVE	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS	ETAPA	CARÁCTER	AREA DE CONOCIMIENTO
1	11813	COMUNICACION DE DATOS Y REDES DE COMPUTADORA	3	2			3	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
2	11814	ANALISIS ESTADISTICO DE DATOS BIOMEDICOS	3				3	6	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
3	11815	PROGRAMACION AVANZADA	2	4			2	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
4	11816	BIOLOGIA MOLECULAR	3	3			3	9	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
5	11817	QUIMICA ORGANOMETALICA	3	3			3	9	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
6	11818	CULTIVO DE TEJIDOS	3	3			3	9	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
7	11819	BIOSEGURIDAD	2		2		2	6	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
8	11820	BIOMECANICA	3		2		3	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
9	11821	BIOPOLIMEROS	3	2			3	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
10	11822	SEÑALES Y SISTEMAS PARA BIOINGENIERIA	3		2		3	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
11	11823	MICROPROCESADORES Y MICROCONTROLADORES	3		2		3	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
12	11824	SALUD AMBIENTAL	4				4	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
13	11825	BIOCATALISIS	3	2			3	8	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
14	11826	CONTABILIDAD Y COSTOS	2		2		2	6	DISCIPLINARIA	OPTATIVA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS
Total horas/Categoría	640	304	160	0	640	109
Total horas/etapa	1104					

UNIDADES DE APRENDIZAJE: ETAPA TERMINAL
PROGRAMA EDUCATIVO DE BIOINGENIERÍA
UNIDADES DE APRENDIZAJE OBLIGATORIAS

	CLAVE	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS	ETAPA	CARÁCTER	AREA DE CONOCIMIENTO
1	11805	BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL	3		2		3	8	TERMINAL	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA
2	11806	PROCESOS DE MANUFACTURA	2		2		2	6	TERMINAL	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA
3	11807	PROCESOS BIOTECNOLOGICOS	2		2		2	6	TERMINAL	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA
4	11808	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES BIOFISIOLOGICAS	3	2			3	8	TERMINAL	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA
5	11809	CREACION Y DESARROLLO DE BIOEMPRESAS	2		2		2	6	TERMINAL	OBLIGATORIA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
6	11810	INGENIERIA CLINICA	2			2	2	6	TERMINAL	OBLIGATORIA	INGENIERÍA APLICADA

	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS
Total horas/Categoría	224	32	128	32	224	40
Total horas/etapa	416					

UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

1	11827	DISEÑO Y ESCALAMIENTO DE PROCESOS BIOTECNOLOGICOS	3		3		3	9	TERMINAL	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
2	11828	BIOREMEDIACION	3	2			3	8	TERMINAL	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
3	11829	PLAN DE NEGOCIOS	2		2		2	6	TERMINAL	OPTATIVA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
4	11830	INFORMATICA MEDICA Y DE LA SALUD	3	2			3	8	TERMINAL	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
5	11831	PROCESAMIENTO DE IMAGENES BIOMEDICAS	3	2			3	8	TERMINAL	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
6	11832	INSTRUMENTACION BIOMEDICA BASADA EN COMPUTADORA	2	4			2	8	TERMINAL	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
7	11833	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	3		2		3	8	TERMINAL	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA
8	11834	ADMINISTRACION DE RECURSOS HUMANOS	2		2		2	6	TERMINAL	OPTATIVA	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
9	11835	ANALISIS DE LA INFORMACION FINANCIERA	2		2		2	6	TERMINAL	OPTATIVA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
0	11836	PLANEACION ESTRATEGICA	1		2		1	4	TERMINAL	OPTATIVA	ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
1	15350	INTRODUCCION AL DISEÑO Y MANUFACTURA DE DISPOSITIVOS MEDICOS	2		2		2	6	TERMINAL	OPTATIVA	INGENIERÍA APLICADA

	HC	HL	HT	HPC	HE	CREDITOS
Total horas/Categoría	192	64	160	0	192	77
Total horas/etapa	416					

La UABC ha iniciado el proceso de migración a la versión más reciente de la plataforma institucional para la administración de cursos en internet Blackboard 9+. La plataforma se ha utilizado como una herramienta de apoyo a cursos impartidos en modalidad presencial y semipresencial que se ofertan en los programas educativos de licenciatura, posgrado y educación continua de la institución. Existen cursos de capacitación a profesores para incorporarse a esta plataforma virtual para impartir su clase. El Catalogo de Unidades de Aprendizaje en Línea (CUAL) muestra que se tiene disponible unidades de aprendizaje en línea que pueden tener equivalencia con unidades de aprendizaje obligatorias del PE. El Centro de Educación Abierta (CEA) en sus informes sobre la administración de cursos de Blackboard muestra que se tienen contenidos o cursos en las diversas unidades académicas.

Dentro de las funciones del CEA se encuentra el ofrecer servicios de plataforma tecnológica para la administración de cursos, promover la investigación, establecer alianzas entre unidades académicas, diseñar y desarrollar objetos de aprendizaje, ofrecer e impartir programas de educación y capacitación abierta, ofrecer asesoría, promover y participar con asociaciones científicas y realizar todos aquellos estudios y trabajos de investigación sobre temas emergentes en el campo de la educación.

El PE hace uso de tecnología educativa y de la información para el soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje que exige el plan de estudios. Se tienen productos académicos relacionados a la elaboración de material didáctico multimodal y/o virtual, se ha adoptado la plataforma de educación electrónica Blackboard, como alternativa a los procesos tradicionales de enseñanza-aprendizaje y como apoyo para compartir material didáctico con los estudiantes en cualquier lugar, mientras exista la conexión y la tecnología. Se han diseñado los siguientes cursos de Blackboard: Fisiología, Biorremediación, Amplificadores de Bioseñales, Química General, Introducción a la Ingeniería, Principios de química analítica, Instrumentación Biomédica Basada en Computadora, Óptica y Acústica y Fisicoquímica, entre otros.

Se cuenta con el sistema de red inalámbrica llamado Cimarred, con el cual los alumnos y docentes de la institución, dentro del campus, pueden hacer uso de internet libre, para soporte de procesos de comunicación, seguimiento y aplicación de tecnologías de información. Además, en todas las unidades académicas se cuenta con salas de cómputo en diversos edificios, que aunque no sean propiamente del PE, los alumnos sí tienen acceso. Pero lo que sí resulta necesario es la actualización y crecimiento de los equipos de cómputo de escritorio o Laptops que ya resultan obsoletos e insuficientes para el crecimiento de la matrícula.

La existencia de recursos tecnológicos informáticos dispuestos en las aulas y en los laboratorios de los PE, así como los materiales educativos desarrollados por los docentes y estudiantes han contribuido como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, cambiando los métodos de enseñanza tradicionales de exposición oral del profesor, por algunos tales como estudio de casos, desarrollo de proyectos, prácticas de laboratorio con participación activa de alumnos y aprendizaje colaborativo, por mencionar algunos.

Para cumplir con las competencias relacionadas a las prácticas de laboratorio y experimentales se cuenta con recursos tecnológicos e infraestructura en espacios de Laboratorio en cada Campi, su función es primordialmente académica. Estos laboratorios cuentan con las condiciones de seguridad necesarias, como de regadera y lava ojos de emergencia en los casos requeridos, iluminación apropiada, mesas de trabajo para grupos pequeños de alumnos, señalización y un reglamento general de aplicación para todos los laboratorios.

Los espacios típicos de laboratorio y talleres se encuentran equipados, los alumnos del PE de Bioingeniero lo utilizan durante su formación y pueden integrarse en los siguientes ejemplos:
Laboratorio de Química General
Taller de Máquinas y herramientas
Laboratorio de Electrónica y Circuitos

Laboratorio de Bioquímica y Análisis Fisicoquímicos
Laboratorio de Bioprocesos y Microbiología:
Laboratorio de Biología Molecular y Cultivo de tejidos:
Laboratorio de Instrumentación Biomédica
Laboratorio de Mediciones
Laboratorio de Usos múltiples

Toda esta infraestructura y los recursos existentes están disponibles para alumnos y docentes en los tres Campi. Si es necesario el uso de laboratorios o la utilización de tecnologías en el aula por parte del docente al impartir su clase, se le privilegia disponer de estos recursos. Incluso, desde que inicia el período existe una programación horaria para el uso de instalaciones y recursos tecnológicos por parte del docente.

Cuando estos recursos están desocupados, los alumnos pueden hacer uso de ellos de manera controlada. Todos los recursos tecnológicos de los Laboratorios, están bajo el control del Encargado del Laboratorio. Existen formatos específicos que deben llenar alumnos y docentes para a manera de préstamo, hacer usos de ellos.

Si se quiere hacer uso de espacios (laboratorios, salas multimedia), existe un control para apartar previamente por un tiempo definido las instalaciones. Esto lo pueden hacer docentes y alumnos, siguiendo un procedimiento ya establecido.

El PE de Bioingeniería cuenta con cursos o actividades completarías para la formación integral del estudiante. El Estatuto Escolar de la UABC en la sección G artículo 186 establece “Con el propósito de fortalecer la formación integral de los alumnos, las vicerrectorías y unidades académicas promoverán la realización periódica de eventos deportivos, artísticos, recreativos y de difusión cultural”. Además, se establece en el artículo 160 del mismo Estatuto que los planes de estudios incluirán actividades para la formación en valores, deportiva, artística, cultural, con un valor de hasta seis créditos en la etapa de formación básica. Ésta disposición es apoyada por la

Universidad con su oferta de cursos culturales, artísticos, de idiomas y deportivos con valor crediticio, como lo especifica el mismo Estatuto en el artículo 155 fracción XI.

Adicionalmente, se desarrollan durante todo el ciclo escolar diversos eventos culturales, artísticos, deportivos, de salud, de valores y académicos en general; auspiciados por la UABC a través de las Vicerrectorías y las diversas Facultades y Escuelas. Ejemplo de estos eventos son los organizados por el Programa de Extensión Presencia Cultural de la UABC, que incluyen conciertos, talleres y exposiciones, entre otros.

La FIM, FIAD y ECITEC organizan eventos culturales. De esta manera se busca formar a los estudiantes en todos los aspectos. En los últimos años esta modalidad de obtención de créditos ha sido cada vez más utilizada por los estudiantes, que han obtenido créditos por la revalidación de actividades complementarias en este periodo. La UABC participa también en el programa DELFIN y de la Academia Mexicana de Ciencias para la realización de estancias de verano con un investigador, desde la convocatoria 2014, más de 15 alumnos del PE de Bioingeniería de las diversas unidades académicas son beneficiados cada año.

En cada una de las sedes en donde se imparte el PE de Bioingeniería se llevan a cabo de manera general las siguientes actividades de formación integral:

- Un alumno puede obtener un crédito si participa en actividades culturales, artísticas, deportivas y de prevención de la salud, tales como: conciertos, cineclub, paseo ciclista, caminata, exposiciones escultóricas, entre otros. Para validar los créditos es necesario hacer uso del carnet institucional de actividades de formación integral y registrar cada actividad con el sello del organizador del evento.
- El PE de Bioingeniería oferta la unidad de aprendizaje optativa de Bioética
- Las Unidades Académicas cuentan con un seminario semanal, este espacio es principalmente de divulgación científica donde los profesores investigadores exponen sus líneas de investigación a fin de despertar el interés de los alumnos por la ciencia.

- Apoyo a la Movilidad Académica de los alumnos, donde participan en proyectos de investigación con otras instituciones académicas.
- El Programa de Extensión Presencia Cultural de la UABC (Jardín Cultural), organiza periódicamente conciertos para toda la comunidad universitaria y público en general. Durante las actividades de la Feria Internacional del Libro de la UABC se promueve la cultura a través de la presentación de cantantes y grupos musicales de prestigio nacional e internacional.
- Las unidades académicas realizan anualmente su Festival Cultural, Artístico y Deportivo, principalmente en el aniversario de la fundación de cada escuela. Este evento se compone de actividades recreativas y culturales y un ciclo de conferencias. Además, se promueve el deporte mediante la organización de eventos como torneos, paseo ciclista, la caminata y una carrera atlética.
- Se lleva a cabo un evento anual: el Foro de Valores, cuyo propósito es promover un espacio de reflexión donde estudiantes y docentes puedan compartir sus conocimientos y experiencias sobre la trascendencia de una educación en valores dentro de la formación profesional en un ambiente de respeto y colaboración mutua.
- También se realiza semestralmente el evento ExpoEmprendedores. Durante estos eventos los alumnos de los diferentes programas educativos presentan las propuestas de creación de alguna empresa y cuenta con un comité evaluador.

La UABC mantiene un amplio catálogo de actividades culturales y deportivas al alcance de la comunidad universitaria. La participación en estos eventos ofrece a los alumnos la posibilidad de recibir créditos y los procesos están establecidos en la legislación universitaria. Los alumnos del PE participan en convocatorias y eventos extracurriculares para favorecer su formación integral.

La evaluación de la enseñanza de otra lengua extranjera se realiza en conformidad con lo establecido en los artículos 117 y 123 del Estatuto de la UABC. En este sentido, se realizó un acuerdo de idiomas, donde se involucraron a las instancias pertinentes de la Universidad y se determinó lo siguiente:

Requerirán acreditar el conocimiento de un idioma extranjero para obtener su certificado de estudios profesionales:

Los alumnos que se encuentren cursando sus estudios de licenciatura en ingeniería a la fecha de entrada en vigor del estatuto escolar del 14 de agosto de 2006, en las unidades académicas de la UABC, donde se oferta el Programa Educativo, o que inicien sus estudios durante la vigencia del estatuto escolar, acreditarán el conocimiento del idioma extranjero en cualquiera de las etapas de formación mediante alguna de las siguientes opciones:

a) Al quedar asignados al menos en el quinto nivel del examen diagnóstico del idioma extranjero aplicado por la facultad de idiomas.
b) Con la presentación de la constancia de acreditación del idioma extranjero emitida por la facultad de idiomas.
c) Constancia expedida por una institución de enseñanza de lenguas extranjeras, oficialmente reconocida por la SEP o la Secretaría de Educación y Bienestar Social (SEBS), para acreditar un idioma extranjero.
d) Constancia de haber obtenido, en cualquier tiempo y lugar, por lo menos 400 puntos en el examen TOEFL o su equivalente en las diversas modalidades de presentación del mismo, para el curso del idioma inglés o su equivalente en el caso de otros idiomas.
e) La acreditación del examen de egreso del idioma extranjero, que se aplica en la facultad de idiomas de la UABC.
f) La acreditación de por lo menos dos unidades de aprendizaje de un mismo idioma extranjero, impartidos por las propias unidades académicas.
g) Acreditar una unidad de aprendizaje de lectura y comprensión técnica de un segundo idioma impartido por la unidad académica correspondiente.
h) Estancias internacionales autorizadas por la unidad académica, con duración mínima de tres meses en un país con idioma oficial distinto al español.
i) Haber acreditado estudios formales en algún país de idioma extranjero.
j) El cumplimiento por parte del alumno de alguna de las opciones señaladas anteriormente dará lugar a la expedición de una constancia de acreditación de un

idioma extranjero emitida por la unidad académica, la facultad de idiomas o la autoridad educativa correspondiente.

La UABC establece como requisito de egreso el conocimiento de un idioma extranjero, para incrementar la competitividad de sus egresados. El nivel de conocimiento del idioma extranjero, así como las opciones y etapas para acreditarlo están reglamentadas. La Facultad de Idiomas se encarga de realizar difusión para favorecer el cumplimiento del requisito.

Por la parte de retroalimentación de los egresados, realizada a través de la encuesta del proceso de actualización o modificación del PE, fueron dos preguntas las que se relacionan con la evaluación del currículo del plan de estudios. ¿Estas satisfecho con la formación recibida por el Programa Educativo? Y ¿Qué observaciones y sugerencias adicionales se deben contemplar durante este proceso de actualización y diseño curricular del Programa Educativo? En cuanto a la formación recibida por el Programa Educativo, la gran mayoría de los egresados (El 87.7%) están satisfechos o totalmente satisfechos con la formación recibida, pues les ha permitido resolver necesidades y problemáticas del mercado laboral y de la sociedad.

Y en cuanto a observaciones y sugerencias al diseño curricular del Programa Educativo, proponen mayormente cuatro situaciones.

- Suficiencia en las instalaciones, equipos y materiales para que las sesiones prácticas se realicen de acuerdo al plan.
- Reordenar la secuencia de materias relacionadas a instrumentación biomédica. Equilibrar el tiempo de clases teórico/practico y mantener en cada semestre al menos un curso de las líneas de especialización de Ingeniería Biomédica y de Biotecnología hasta la conclusión del último periodo del programa.
- Acercar más el programa a la realidad laboral en la industria y a la actividad de las empresas.
- Incluir alguna de las materias optativas como obligatorias

Conclusiones

El PE cumple con tecnología educativa y de la información para el proceso de enseñanza- aprendizaje al contar con diferentes medios y plataformas para difundir información relevante a sus alumnos, así como infraestructura y equipo suficiente para realizar las actividades de las unidades de aprendizaje.

Se realizó una evaluación del plan de estudios en cuanto al mapa curricular, las unidades de aprendizaje logran una congruencia para la formación del estudiante, así como una buena distribución y seriación de las asignaturas, y se identificar algunas mejoras que deben realizarse al mapa curricular. Los egresados manifiestan una buena aceptación del plan de estudios actual, pero también presentan sugerencias que se deben de contemplar para mejorar el Programa Educativo. Principalmente sobre la infraestructura, el equipamiento y el diseño curricular.

Se evaluó la suficiencia, funcionalidad y actualización de la infraestructura y el equipamiento tecnológico para la operación del programa de Bioingeniería en la UABC. Se cuenta con laboratorios que pueden dar el servicio a la matrícula actual. Pero aun es necesario terminar de equipar algunos y considerar ampliar y renovar en caso de crecimiento de la matrícula.

Hay un amplio catálogo de actividades culturales y deportivas al alcance de la comunidad universitaria. La participación en estos eventos ofrece a los alumnos la posibilidad de recibir créditos y los procesos están establecidos en la legislación universitaria. Los alumnos del PE participan en convocatorias y eventos extracurriculares para favorecer su formación integral.

La UABC establece como requisito de egreso el conocimiento de un idioma extranjero, pensando con esto incrementar la competitividad de sus egresados. Pero se requiere aumentar la empleabilidad y competencias de los alumnos del PE desde las

primeras etapas, por lo que es necesario lograr cierto nivel del idioma inglés y de competencia en herramientas de cómputo desde un inicio al ingresar al Tronco Común.

4.3 Evaluación del tránsito de los estudiantes por el Programa Educativo.

Introducción

Este rubro considera la evolución desde el proceso de ingreso de los estudiantes al Programa Educativo, la trayectoria escolar, hasta el egreso del programa y los resultados de los estudiantes a fin de valorar cómo es el tránsito de los estudiantes por el Programa Educativo. Es importante que el programa propicie que los estudiantes tomen decisiones adecuadas y favorezca el éxito en sus estudios; que en todo momento el programa tenga el control de la información acerca de la trayectoria de los estudiantes que lo cursan, así como procurar que los estudiantes tengan el máximo de experiencias enriquecedoras y que culminen su formación de la mejor manera, cumpliendo con el perfil de egreso. Evaluar el tránsito de los estudiantes por el programa es con el fin de identificar aquellos elementos que mejoran el Programa Educativo.

Se consideran los siguientes puntos específicos de evaluación de la trayectoria del estudiante

- Evaluar el proceso de ingreso al Programa Educativo.
- Evaluar la trayectoria escolar de los estudiantes que cursan el Programa Educativo.
- Evaluar el egreso del Programa Educativo.
- Evaluar los resultados de los estudiantes que cursaron el Programa Educativo, en exámenes, el dominio de otras lenguas, en eventos y en el mercado laboral.

Metodología

Como referencia se usan los estándares para la evaluación del Eje 3. Tránsito de los estudiantes por el programa, como los señalan los CIEES (CIEES, 2015). Para la

valoración de las categorías de este estándar se toma como base lo señalado por los CIEES en el informe de evaluación emitida por este organismo a cada una de las sedes donde se oferta el PE: Además se usan como datos de referencia los documentos y reportes de autoevaluación elaborados por cada sede ante los CIEES durante sus respectivos procesos de acreditación.

Se realiza una investigación documental y estadística en cada sede para evaluar el tránsito de los estudiantes por el Programa Educativo, lo que incluye: proceso de ingreso al programa, trayectoria escolar, egreso del programa y resultados de los estudiantes. Se realizan varias evaluaciones: evaluación del desempeño de los estudiantes, evaluación de la empleabilidad/opinión de los empleadores y una evaluación del cumplimiento del perfil de egreso. En cuanto a la eficiencia de egreso y la titulación de los alumnos egresados, el presente análisis se basa en las solicitudes de titulación presentadas ante Coordinación de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar, por parte de los alumnos.

Resultados

Como parte del proceso de ingreso al Programa Educativo se tienen estrategias de difusión y promoción puntuales. El plan de estudios establece las características deseables del aspirante al Programa Educativo de Bioingeniería. Esta información se encuentra disponible en la página web de las respectivas Facultades que ofertan el programa. Además, cada año se participa en exposiciones en bachilleratos y en la EXPO UABC, donde se brinda información tanto del perfil de ingreso como de egreso a los estudiantes de preparatoria. Para niveles de educación básica se ofertan conferencias generales de las áreas de énfasis del Programa Educativo y talleres para primarias.

Como retroalimentación hacia las escuelas de educación media superior, la UABC a través de la Coordinación de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar les informa sobre el porcentaje de aspirantes de su institución que lograron ingresar de cada una de ellas.

Se cuenta con programas de regularización, con acciones de nivelación o apoyo. La UABC desde 1990 ofrece a estudiantes de nuevo ingreso un curso de inducción como un espacio necesario para la reflexión sobre el compromiso que adquieren como estudiantes universitarios, y la responsabilidad que tienen sobre su proceso de aprendizaje, así como de los valores que distinguen a todo alumno de la UABC. Con esta reflexión se favorece la concientización en ese nuevo rol, así como su identificación como cimarrones y a su pronta integración a la vida universitaria.

El curso de inducción está integrado por 7 módulos interactivos con una duración total de 20 horas:

1. Introducción del curso. Presentación, propósito y expectativas del curso, integración grupal.
2. El valor de ser universitario. Expectativas del alumno como universitario, proyecto de vida universitaria, reflexión sobre los valores universitarios (Libertad, honestidad, respeto, igualdad, justicia, responsabilidad, compromiso social, respeto al medio ambiente, etc.), símbolos universitarios (lema, escudo, mascota y canto), el estudiante como responsable de su aprendizaje (modelo educativo)
3. Estructura y organización de la unidad académica. Presentación de directivos, organigrama, plan de estudios del Programa Educativo (perfil de egreso, campo ocupacional, etapas de formación, mapa curricular, modalidades de aprendizaje y obtención de créditos)
4. Servicios de apoyo académico y administrativo. Orientación educativa y psicopedagógica, becas, seguro facultativo y gastos médicos, correo electrónico institucional
5. Evento “Ponte la camiseta”. Bienvenida del Rector, en la que todos los alumnos de nuevo ingreso se ponen la camiseta de cimarrones.
6. Evaluación del curso de inducción
7. Evento de integración deportiva. Participación en actividades deportivo-recreativas.

En cada una de las Facultades en donde se imparte el PE, cada semestre se lleva a cabo un curso propedéutico dirigido a los estudiantes de nuevo ingreso, para conocer el nivel académico de los estudiantes en el área de las matemáticas y como una estrategia de nivelación para que el estudiante tenga mejores perspectivas de éxito al cursar las diferentes asignaturas del plan de estudios que requieren de bases matemáticas sólidas. Y además, a partir del periodo 2013-1 se implementó un nuevo curso para los alumnos de nuevo ingreso, el Curso de Nivelación, aunque sólo se aplica a menos grupos, que a diferencia del Curso Propedéutico tiene una duración de 10 semanas y un contenido temático más extenso. Esto con el objetivo de abatir los altos índices de reprobación escolar que se presenta particularmente en alumnos que ingresan en el primer periodo de cada año. El resto de los alumnos de nuevo ingreso toman el tradicional Curso Propedéutico con una duración de dos semanas.

El curso propedéutico se enfoca al estudio de álgebra, geometría y trigonometría, y está estructurado por unidades, temas y subtemas, donde se presentan ejercicios de ejemplo, los cuales se aconseja sean resueltos en clase en grupos de estudio bajo la guía del profesor; los ejercicios de taller, los cuales igualmente se realizan en clase en grupos de estudio, pero con la intervención mínima del maestro. Finalmente se tienen los ejercicios de tarea, diseñados para que el alumno realice un repaso extra-clase de los tópicos tratados durante la misma. Además, se han desarrollado algunos video tutoriales que van de la mano con el manual impreso (ambos elaborados por académicos) que se entrega al alumno como apoyo al curso. En ellos se presentan los ejemplos y ejercicios y la forma de resolverlos. Los videos se pueden consultar en la plataforma de YouTube bajo el nombre “Curso propedéutico UABC”.

Se cuenta con un proceso de selección adecuado al considerar que existen los mecanismos de difusión de la convocatoria de ingreso, un proceso de selección de alumnos pertinente, así como su efectividad y transparencia, ya que se cuenta con instrumentos avalados por una institución externa que permiten hacer la selección de manera justa e imparcial. También se proporciona al aspirante una guía de preparación al examen de admisión publicada en internet para fácil acceso a los aspirantes. Existe

retroalimentación hacia las instituciones de educación media superior sobre el desempeño de sus estudiantes, y a los alumnos admitidos se le proporciona orientación previa al inicio de clases sobre el funcionamiento y organización de la universidad en general y del Programa Educativo en particular.

La trayectoria escolar de los estudiantes del PE de Bioingeniería se indica con los datos obtenidos de las cohortes generacionales más recientes. Los reportes de las cohortes que se toman en cuenta son obtenidos de los sistemas de informática escolar institucionales a través de las subdirecciones de cada unidad académica, y se presenta de manera integrada a nivel estatal. De lo que resulta que la duración promedio de los estudios fue de 4.7 años. La tasa de retención fue del 80%. El índice de rezago de cada una de las cohortes de los últimos cinco años fue de 43%. El índice de aprobación por cohorte de 61%, y el índice de abandono fue de un 22%.

Movilidad e intercambio estudiantil. El Departamento de Cooperación Internacional e Intercambio Académico, es quien coordina a nivel Universidad las actividades de intercambio estudiantil y docente, publica de manera oportuna las convocatorias y recibe solicitudes de los alumnos que desean realizar lo de opciones disponibles. Un alumno podrá realizar un intercambio académico de un semestre en una reconocida universidad nacional o extranjera donde cursará materias posibles a revalidarse, con valor curricular para su Programa Educativo.

El programa de movilidad estudiantil es una de las cartas distintivas de la UABC, en experiencia de los docentes que colaboran con instituciones en Canadá, EE UU y Europa; existen muy pocas instituciones a nivel mundial que posean apoyos de esta magnitud para dotar a los alumnos de experiencias de intercambio nacionales e internacionales. El programa se da a conocer de manera oportuna en la comunidad y existe un mecanismo establecido para registrar los créditos obtenidos en universidades externas.

Cuando los alumnos optan por cursar materias tanto obligatorias como optativas en otras instituciones, se realiza una solicitud ante el responsable del Programa Educativo, quien determina la pertinencia curricular y autoriza o no las materias. Una vez que el alumno aprueba las asignaturas se realiza un proceso de revalidación para la acreditación de las materias en su historial académico. Este programa de intercambio estudiantil de la UABC ha apoyado a varios estudiantes en las diferentes sedes del PE. 22 alumnos de ensenada (13 intercambio nacional), 10 de Mexicali en intercambio internacional, 24 alumnos Valle de las Palmas (9 de intercambio nacional). Por lo que entonces serían 56 alumnos del PE de Bioingeniería participando de intercambio estudiantil, 34 en intercambio internacional y 22 de intercambio nacional. En la siguiente Tabla se presentan las instituciones receptoras de los intercambios realizados por alumnos del programa. Además, el informe de evaluación emitido por los CIEES, para el reconocimiento NIVEL 1 del programa, señala que es excelente el apoyo que se brinda a los alumnos para hacer posible la movilidad estudiantil.

Tabla 26: Alumnos del Programa Educativo de Bioingeniería en Movilidad Estudiantil 2012 – 2017.

Periodo Lectivo	Institución receptora
2012-1	Universidad de Salamanca, España
2013-2	Universidad Autónoma Metropolitana
2013-2	Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona, España (2 alumnos)
2013-2 y 2014-1	Universität Des Saarlandes, Alemania
2013-2	Instituto Politécnico Nacional (México D.F.)
2013-2	Universidad Autónoma de Nuevo León (México, Monterrey)
2013-2	Escuela de Ingeniería de Antioquia (Colombia, Envigado)
2013-2	Universidad Tecnológica de Panamá
2014-1	Universidad de Salamanca, España
2014-2	Universidad de Cádiz, España
2014-2	Facultät Für Ingenieurwissenschaften Und Informatik, Berlín, Alemania
2014-2	Universidad de BIO-BIO (Chile)
2014-2	Escuela de Ingeniería de Antioquia (Colombia)
2014-2	Instituto Politécnico Nacional (México D.F.)
2014-2	Universidad Autónoma de Chiapas (2 alumnos)
2015-1	Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), Facultät Für Ingenieurwissenschaften Und Informatik, Berlín, Alemania
2015-1	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
2015-1	Escuela de Ingeniería de Antioquia (Colombia, Envigado)

Tabla 26: Alumnos del Programa Educativo de Bioingeniería en Movilidad Estudiantil 2012 – 2017 (continuación).

Periodo Lectivo	Institución receptora
2015-1	Universidad de Burdeos Segalen (Francia)
2015-1	Universidad de Valparaíso (Chile)
2015-1	Universidad de Salamanca (España)
2015-1	Instituto Politécnico de Bragança (Portugal)
2015-1	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (3 alumnos)
2015-1	Universidad Autónoma de Yucatán
2015-2	Escuela de Ingeniería de Antioquia (Colombia, Envigado)
2015-2	Universidad de Castilla La Mancha (España)
2015-2	Universidad Autónoma Metropolitana (México D.F.)
2015-2	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (2 alumnos)
2015-2	San Diego State University
2015-2	Universidad de Cartagena, Colombia
2015-2	Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia
2015-2	Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
2016-1	Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona, España
2016-1	Universidad Autónoma de Yucatán
2016-1	Technische Hochschule Deggendorf, Alemania
2016-1	Universidad Autónoma de Yucatán
2016-2	Escuela de Ingeniería de Antioquia (Colombia, Envigado)
2016-2	Instituto Politécnico Nacional (México D.F.)
2016-2 y 2017-1	CONVENIO DAAD Alemania (2 alumnos)
2026-2	Universidad Nacional de Quilmes Argentina
2017-1	Universidad Nacional de Quilmes
2017-2	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
2017-2	Instituto Politécnico Nacional (México D.F.)
2017-2	Universidad Autónoma de Guadalajara (México, Jalisco)
2017-2	Escuela de Ingeniería de Antioquia (Colombia, Envigado)

Se utiliza la tabla de equivalencias para convertir los de créditos obtenidos de los documentos oficiales de intercambios y calificaciones por alumno, obtenidas en las universidades extranjeras. A continuación, se describe las asignaturas comúnmente cursadas en universidades extranjeras: Seguridad Hospitalaria, Procesado de Señales Biomédicas, Biomecánica, Inteligencia Artificial Aplicada a la Ingeniería, Seguridad Hospitalaria, Modelización y Control de Sistemas Biomédicos, Ingeniería de Tejidos, Programación de Dispositivos Móviles, Técnicas Instrumentales y Cultivos Celulares, Farmacología, Bioseparaciones, Genética Molecular, Laboratorio Integrado de Biología Molecular, Operaciones de Separación

En la movilidad estudiantil para estancias de investigación, desde el año 2011, los alumnos inscritos en el PE de Bioingeniería han realizado estancias de verano en diferentes universidades y centros de investigación nacionales a través del programa Delfín o del programa de la Asociación Mexicana de Ciencias. En los últimos 5 años, más de 60 estudiantes del PE de Bioingeniería han realizado alguna actividad de movilidad o estancias de investigación en instituciones nacionales e internacionales.

La Tutoría de los alumnos es uno de los programas de servicio a la comunidad estudiantil, establecido en la fracción I del Artículo 167 del Estatuto Escolar. Así mismo, conforme al acuerdo que establece los Lineamientos Generales para la Operación de las Tutorías, la Tutoría Académica en la UABC se describe como el proceso mediante el cual se hace disponible la información sistemática al tutorado, que le permite la planeación y desarrollo de su proyecto académico y profesional, a través del acompañamiento de un tutor, quien reconoce, apoya y canaliza las necesidades específicas que le plantea el tutorado, considerando la normatividad y apoyos institucionales disponibles que responden a estas necesidades, respetando en todo momento la libertad del estudiante en la toma de las decisiones de su trayectoria académica. La Tutoría tiene el propósito de potencializar las capacidades y habilidades del alumno para que consolide su proyecto académico con éxito, a través de una actuación responsable y activa en su propia formación profesional con la guía y acompañamiento de un tutor.

Los procedimientos detallados para la impartición de las Tutorías se detallan en el Manual de Tutorías, donde se describe la posibilidad de la impartición de tutorías programadas, no programadas, grupales e individuales. Así mismo, el programa establece de manera obligatoria el acompañamiento del tutor durante el proceso de reinscripción del alumno, lo que contribuye a mejorar el desempeño del alumno al orientarlo sobre los conocimientos previos de las asignaturas, para establecer una estrategia favorable en el diseño de la trayectoria del estudiante.

En la UABC se cuenta con un sistema institucional de tutorías (tutorias.uabc.mx) donde los tutores tienen acceso al historial del alumno y a información como el número de créditos cursados, alumnos activos, con baja temporal o definitiva, porcentaje de avance de servicio social y de dominio de un idioma extranjero.

En el PE el 100% de los profesores de tiempo completo imparten Tutorías, el número de estudiantes asignados a cada profesor de tiempo completo en el ciclo 2017-2 fue de aproximadamente de 30 alumnos por PTC. El PE cuenta con un servicio de tutorías adecuado, que apoya a los alumnos en la toma de decisiones con base a su plan de vida y carrera.

El PE de Bioingeniería brinda un servicio de orientación y asesoría a los alumnos para apoyo al aprendizaje. El Estatuto del personal académico en el artículo 59 d, establece como obligación para los profesores de carrera la impartición de asesorías; así mismo, el estatuto escolar en los artículos 166 y 167 (I) establece que la institución promoverá la impartición de asesorías a los estudiantes. Por lo que para mejorar la calidad del aprendizaje, el PE contempla dentro de la carga normal de trabajo de sus PTCs, la impartición de asesorías a los alumnos que así lo soliciten. Las asesorías son impartidas al final de la clase, o en los cubículos de los profesores; en el momento que los alumnos lo soliciten o previa cita por correo electrónico, las asesorías son registradas por los PTC.

El PE en las diferentes unidades académicas cuenta con datos donde se describen las asignaturas con mayor índice de reprobación, entre las que destacan: Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Electricidad y Magnetismo, Estática, Probabilidad y Estadística, Programación, Fisicoquímica, Ecuaciones Diferenciales, Bioquímica, Métodos numéricos, Biología Celular, Dinámica y Circuitos Lineales. Como una estrategia para disminuir el índice de reprobación de las materias identificadas, se implementó un programa de servicio social profesional donde alumnos que ya han aprobado las materias imparten asesorías a los alumnos que presentan dificultades en las asignaturas con mayor índice de reprobación.

Actualmente el PE cuenta con un total de 569 alumnos al 2017-2 y 21 PTCs, lo que arroja una relación de 27 alumnos por cada PTC.

Prácticas profesionales, estancias y visitas al sector productivo. Las prácticas profesionales son actividades y tareas propias de aplicación de la formación profesional y la vinculación con el entorno social y productivo, mediante las cuales se contribuye a la formación integral del alumno al combinar las competencias adquiridas para intervenir en la solución de problemas prácticos de la realidad profesional. El practicante debe completar 224 horas para acreditar esta modalidad. Así mismo el plan de estudios del PE establece que las prácticas profesionales tendrán un valor de 10 créditos con un carácter obligatorio, mismas que deberán ser realizadas al haber cumplido el 70% de los créditos totales.

Se tiene el reglamento de prácticas profesionales, donde se establecen las normativas de esta modalidad de aprendizaje. La unidad receptora de las prácticas profesionales es una entidad del sector público, social o privado que participa en el desarrollo social o productivo del país o el extranjero y que obtenga el registro como tal de la unidad académica correspondiente. El prestador es aquel alumno que realice actividades en una unidad receptora, para dar cumplimiento a los objetivos establecidos, y que está asignado a uno de los programas de prácticas profesionales registrados en la unidad académica.

Para las prácticas profesionales se tiene en el portal de la UABC la información de los requisitos, los procedimientos, catálogo de empresas y los formatos de descarga, necesarios para realizar esta modalidad. El artículo cuarto del Reglamento de Prácticas Profesionales establece que debe haber una asignación donde se debe adscribir al alumno a una unidad receptora para la realización de sus prácticas profesionales; una supervisión en la que se verifica en el cumplimiento de metas y actividades propuestas de los programas de prácticas profesionales establecidos y signados entre la unidad receptora y la unidad académica; una evaluación en la que se emiten juicios de valor en el seguimiento de las prácticas profesionales que realizan tanto la unidad receptora

como la unidad académica; y finalmente una acreditación que consiste en el reconocimiento de la terminación de las prácticas profesionales del alumno, una vez satisfechos los requisitos establecidos en el programa de prácticas profesionales.

Actualmente la UABC tiene convenios de colaboración con las principales empresas de la región. Se cuenta con un programa de vinculación reglamentado, que ofrece al alumno la oportunidad de vincularse con el sector productivo. El departamento responsable tiene convenios con las principales empresas de la región entre las que se encuentran diferentes organismos del área de Bioingeniería. Existe evidencia de que los alumnos del PE culminan de manera exitosa sus prácticas profesionales en empresas de la región, sin embargo, no se cuentan con datos suficientes del impacto de la bolsa de trabajo y de la situación de todos los egresados.

Los parámetros para evaluar el egreso del programa son el de eficiencia terminal y el de la eficiencia en la titulación en obtención del grado. En el Art. 147 del Estatuto Escolar se estipula que el plazo máximo para cursar la totalidad de los créditos de un plan de estudio en los niveles de licenciatura será de 7 años. Dentro de los Cuadernos de Planeación y Desarrollo Institucional se encuentra el Cuaderno del Modelo Educativo, el cual en su página 51 indica que el modelo educativo de la UABC es flexible, en donde el alumno define su carga académica en base a sus necesidades y ritmo (UABC 2013). Es en este contexto donde la tutoría se vuelve un elemento importante para guiar en sus decisiones al alumno y buscar que el programa logre la mayor eficiencia terminal. A la fecha, se tienen cohortes que ya alcanzaron los 7 años y determinan la eficiencia terminal integrada del PE. La eficiencia terminal con respecto al ingreso de las cuatro cohortes más antiguas es en promedio de 64%, y con una duración promedio del alumno en el programa, considerando a las tres unidades académicas, de 4.8 periodos escolares. Además, se tiene una eficiencia en titulación del 49% con respecto al ingreso y de 65% con respecto al número de egresados.

El Estatuto Escolar de la UABC en sus artículos 105, 106 y 110 hace presente las diferentes modalidades de titulación que tienen como opción los alumnos del PE para

sustentar su examen profesional. Las modalidades señaladas son: por aprobar el examen EGEL-CENEVAL, por ejercicio o práctica profesional, por mérito escolar, por Programa Educativo de buena calidad, por promedio general, por tesis profesional, por curso de titulación o diplomado, por estudios de maestría y por servicio social.

En base a la información presentada por el departamento de titulación, hasta antes de la acreditación del 2016, las opciones de titulación que han elegido los alumnos del PE son:

Tabla 27: Modalidad de titulación en los Programas Educativos de Bioingeniería

Modalidad	Porcentaje de uso
Promedio General	54%
Promedio General con Mención	17%
Mérito Escolar	10%
Informe o Memoria de SSP	3%
Tesis	6%
Curso de Titulación	4%
Publicación de Artículo	6%

***Fuente**: UABC, departamentos de titulación de las unidades académicas*

Pero una nueva consideración debemos de tener a partir de que los PE quedaron acreditados en las diferentes unidades académicas, los alumnos podrán utilizar la modalidad de titulación por programa de buena calidad, y se considera que será la opción más solicitada como lo hacen en los otros PE distintos a Bioingeniería. Y para el caso de los egresados de las primeras generaciones, que no son amparados por la fecha que otorgan las acreditaciones, y que ya cumplen con una experiencia profesional de cuando menos dos años, utilizarán la modalidad de titulación por ejercicio o práctica profesional. Es necesario que los alumnos conozcan las diferentes opciones de titulación con el propósito de incrementar la eficiencia de titulación, pues hay modalidades que aún no presentan rendimiento, y aún tenemos rezago en la eficiencia de titulación respecto a la eficiencia de egreso. También es necesario incentivar la titulación por tesis, pues esta promueve la vocación en investigación de los alumnos, pero ha caído en uso a nivel nacional.

Servicio social. La UABC considera la disposición de que los alumnos realicen el Servicio Social en los niveles técnico y licenciatura acorde al artículo 5 Constitucional, que establece los requerimientos para la obtención del título profesional, artículos 2, 5 y 6 del Reglamento de Servicio Social.

Dentro de las modalidades de aprendizaje y obtención de créditos del Modelo Educativo de la UABC se establece al servicio social como un conjunto de actividades formativas y de aplicación de conocimientos que realizan los alumnos del nivel de técnico superior universitario y el de licenciatura, de manera obligatoria y temporal, en beneficio o interés de los sectores menos favorecidos o vulnerables de la sociedad. Esta modalidad está estructurada en dos etapas: la primera, denominada del Servicio Social Comunitario, en el que no se requiere un perfil profesional determinado, tiene como propósito el fortalecimiento de la formación valorar de los alumnos. La segunda es conocida como Servicio Social Profesional, y está encaminada a la aplicación de conocimientos, habilidades, aptitudes y valores que hayan obtenido y desarrollado los alumnos en el proceso de su formación universitaria.

La unidad académica planea vínculos de colaboración con instituciones internas y externas a la Universidad, en campos de acción específicos relacionados con el plan de estudios en el ejercicio del servicio social.

Según las disposiciones del artículo segundo, tercero y cuarto del Reglamento de Servicio Social de la UABC, se fundamenta la obligación de los estudiantes de licenciatura para que realicen de manera gratuita su servicio social en sus dos etapas para que pueda obtener su título correspondiente.

El Servicio Social Comunitario debe ser cubierto antes de tener el 40% de los créditos del plan de estudios, mientras que, para el Servicio Social Profesional, el alumno debe estar asignado a un programa antes de cubrir el 85% de los créditos del Programa Educativo, pero después de cubrir el 60% de los mismos.

Los programas correspondientes al Servicio Social Comunitario tienen como objetivo beneficiar a la comunidad en primer término, fomentar en los estudiantes el espíritu comunitario y trabajo en equipo; y, sobre todo, fortalecer la misión social de nuestra máxima casa de estudios. Esta etapa del servicio social consta de 300 horas y deberá realizarse en los primeros cuatro periodos del Programa Educativo.

Los programas de Servicio Social Profesional tienen como objetivo que el estudiante aplique conocimientos y capacidades propias de su profesión en beneficio de la comunidad. Los programas se gestionan en la Coordinación de Formación Profesional y Vinculación de la unidad académica a través de convenios con las instituciones públicas. Esta etapa considera 480 horas que estarán comprendidas en un periodo mínimo de seis meses.

Para el área de servicio social existe un responsable del programa en la institución u organización donde se realiza la actividad. El responsable da de alta el programa con un documento que indica la descripción del mismo, el objetivo, y las actividades a desarrollar por el alumno. El responsable es el encargado del seguimiento del programa y de acreditarle las horas de servicio al alumno. Para dar seguimiento al servicio social el alumno elabora un reporte trimestral en el cual detalla los avances de sus actividades y finalmente, el alumno que completa las horas de servicio entrega un reporte a la coordinación, con el visto bueno del responsable del programa.

Si un alumno participa en un programa de Servicio Social Profesional con unidades de aprendizaje asociadas a él, al concluir dicho programa, cubre el requisito y obtiene los créditos de las unidades de aprendizaje asociadas al programa en cuestión. Los programas se evalúan por el cumplimiento de horas. Es el responsable del programa el que a su criterio considera si autoriza las horas de servicio al alumno. En la descripción del programa de servicio social vienen definidas las actividades que realiza el alumno, y se asume que se cumple con los objetivos del programa al completar las horas de servicio social.

Existe un catálogo de programas de Servicio Social, el cual se facilita a todos los alumnos de los diferentes programas educativos elegir y darse de alta en el programa que prefieran. La UABC establece el cumplimiento de ambas etapas del servicio social y la práctica profesional como requisito de egreso. En el portal de la UABC se encuentra una liga que se conecta al sitio de Sistema Integral de Servicio Social, donde se tiene la información referente a: Alumnos, Unidades receptoras, Unidades académicas, Departamentos y coordinaciones, Catálogo de programas de servicio social y Directorio de responsables de servicio social en las unidades académicas

Existe un manual de servicio social de unidades receptoras que contiene la información pertinente para dar de alta y seguimiento a los programas de servicio social. Este manual facilita a la unidad receptora entender y aplicar los procedimientos de alta, seguimiento y finalización de los programas de servicio social.

También, existe un manual de usuario de servicio social para alumnos, el cual es una guía para el módulo de alumnos; en el manual se explica cada uno de las opciones disponibles, incluyendo imágenes para hacer más intuitiva la explicación de los procesos más comunes, como son: solicitar asignación a programa de servicio social, presentar informe final, solicitar baja de programa y consultar estado de servicio social. También, en el portal de la red puede tener acceso al catálogo de programas de servicio social y al directorio de responsables de las unidades académicas, para ir directamente con los responsables para aclaraciones y dudas.

En el Reglamento de Servicio Social de la UABC en su artículo 39 establece que en cada unidad académica funcionará una Comisión de Servicio Social, la cual estará integrada por el Director, Subdirector, encargados de la etapa básica y de formación profesional y vinculación universitaria de la unidad, el responsable de servicio social y al menos dos académicos de carrera adscritos a la misma, así como dos alumnos miembros del Consejo Técnico, que serán, en ambos casos, seleccionados por el Director. La función de la Comisión de Servicio Social es aprobar y en su caso, solicitar

al Departamento respectivo, el registro o la cancelación de los programas de servicio social adscritos a la unidad académica.

El departamento de Formación Profesional y Vinculación Universitaria de la Vicerrectoría de la UABC campus Mexicali es la instancia académico-administrativa que se encarga de apoyar a las unidades académicas en la implementación de los programas que apoyan el desarrollo académico de los estudiantes en las etapas disciplinaria y terminal, además de servir como vínculo entre el sector externo y los egresados, impulsando opciones como cursos de educación continua, diplomados y congresos. Los servicios de este departamento se enlistan en los siguientes puntos: Asesoría y atención para realizar trámites de servicio social profesional, Asesoría sobre prácticas profesionales, Asesoría sobre estancias de aprendizaje, Brindar información sobre el programa alumno y maestro huésped, Asesoría y gestión en la elaboración de convenios de vinculación, Apoyo y asesoría en el diseño y restructuración de planes y pro-gramas de estudio, Orientación en la integración de los consejos de Vinculación, Bolsa de trabajo para egresados y estudiantes, y Emisión de Credencial de Egresado.

El Departamento de Formación Básica de la Vicerrectoría de la UABC campus Mexicali se encarga de coadyuvar con las unidades académicas en la creación de elementos que permitan establecer una práctica educativa de calidad. Los servicios de este departamento se enlistan en los siguientes puntos: Atención para realizar trámites, Orientación a alumnos de nuevo ingreso, Orientación y apoyo a estudiantes universitarios, Orientación y apoyo al docente, y Programas especiales para prestación de servicio social comunitario.

La UABC cumple con reglamentos de servicio social y de prácticas profesionales que describen y definen la forma de llevarlos a cabo, y que tienen como objetivo que el estudiante aplique conocimientos y capacidades propias de su profesión en beneficio de la comunidad, así como el realizar actividades y quehaceres propios de su formación profesional que contribuyen a su formación integral.

El PE de Bioingeniería no cuenta con un examen de egreso elaborado por alguna institución externa. Entre los EGEL que tiene el CENEVAL no considera la opción de licenciatura en bioingeniería. Lo que se ha estudiado dentro de la academia de bioingeniería es considerar tres opciones para contar con un tipo de examen de egreso que evalué a los estudiantes del PE para conocer su rendimiento académico. En primera instancia se puede implementar un examen de egreso elaborados y aplicados por la unidad académica en el último periodo escolar del plan de estudios. Como una segunda opción, se puede usar secciones del EGEL de la licenciatura en Biología en el área de Biotecnología y Ciencias Genómicas. Y por último, dar seguimiento a la gestión de la SOMIB ante el CENEVAL para la creación del EGEL de Ingeniería Biomédica. Estas dos últimas opciones pueden remediar el no contar con un examen de egreso externo a la institución, pero resultaría costoso pues requiere de la aplicación de dos exámenes EGEL por alumno.

Los alumnos del PE han tenido buena participación en presentaciones de su trabajo en eventos nacionales e internacionales. Hay alumnos que trabajan con algún profesor-investigador en proyectos de investigación que se tienen en la Facultades y luego presentan en los congresos correspondientes al área. Otra opción es la de acceder a las convocatorias anuales del Encuentro de Jóvenes Investigadores que se realiza a nivel Estado, o presentar en el congreso nacional que resulta de asistir a una estancia de investigación de verano o Programa Delfín. En los eventos donde hay concursos, se han obtenido varios de los primeros lugares con sus presentaciones. Continuamente participan en los concursos de creatividad que anualmente organiza cada una de las sedes en la UABC y regularmente logran buenos lugares.

Aunque la UABC no cuenta en estos momentos con un sistema de seguimiento de egresados institucional, sí se realiza una encuesta de seguimiento a los egresados de bioingeniería en cada una de las sedes. Y los empleadores han reconocido la calidad y el desempeño profesional de los egresados de Bioingeniería en los reportes de evaluación emitidos por la CIEES. Cada sede cuenta con un directorio de egresados, que integra información relacionada a datos personales (nombre, matrícula, teléfono,

correo electrónico y fecha de egreso), así como el período de egreso. Esta información se inicia a través de una base de datos en Excel donde se identifican por ciclo escolar y Programa Educativo los potenciales a egresar y se le solicita al alumno sus datos a través del comité pro-graduación.

Actualmente no se tiene un seguimiento al desempeño de los egresados. La institución está trabajando en realizar una encuesta digital para alumnos egresados donde se solicita su actual empleo, para poder en un futuro solicitar referencias del desempeño de los egresados al departamento de recursos humanos correspondiente de cada empresa. Pero se están haciendo acciones para dar un seguimiento a los egresados a través de un portal de bolsa de trabajo a nivel institucional. Y cada sede cuenta con la información básica (nombre, correo y teléfono) para contactar a las generaciones de egresados. Para facilitar el diagnóstico de egresados, se está elaborando una encuesta digital que facilitará la comunicación entre el PE y sus egresados; donde se incluirán reactivos como reconocimientos y si su trabajo actual está relacionado a su licenciatura.

Los diferentes PE de Bioingeniería han gestionado convenios de vinculación para los períodos del 2010 al 2016, de los cuales se corresponden al sector productivo y de servicios, al sector gubernamental, con asociaciones profesionales, instituciones de educación superior pública y privada y también con asociaciones no gubernamentales. Estos convenios permiten el intercambio de conocimientos y tecnologías del PE principalmente en proyectos de vinculación con nuestros estudiantes que tienen valor en créditos dentro del plan de estudios.

Cabe señalar que cada Facultad integró el Consejo de Vinculación el cual de acuerdo al Estatuto General de la Universidad, Capítulo IV de los Consejos de Vinculación, el artículo 21 señala que los Consejos de Vinculación se constituyen como la instancia académica de comunicación y orientación formal, entre la Universidad y su entorno. Entre sus integrantes se encuentran empresas del sector productivo y servicios, académicos y coordinadores de las Facultades.

Actualmente los PE han colaborado con los empleadores a través de actividades en la Semana de Vinculación que se realiza cada semestre, donde las empresas ponen un *stand* de exhibición y dan conferencias. Se colabora en el Programa de Verano Productivo que organiza el Comité de Vinculación de Mexicali, donde los alumnos participan trabajando en su verano de vacaciones en empresas de la región. Cabe mencionar que, como parte del proceso de acreditación de los PE, los evaluadores entrevistan a los diversos empleadores para conocer el parecer de las empresas y el resultado de nuestros egresados en el ámbito productivo, y el reciente Dictamen de los CIEES describe como una fortaleza el que los empleadores reconocen la calidad y el desempeño profesional de los egresados del PE. Y el mismo organismo CIEES afirma que los egresados cuentan con los conocimientos suficientes y la iniciativa para emprender nuevas empresas como resultado del programa.

La estructura y modelo educativo de la UABC, aunado a la operación del PE de Bioingeniería, proveen el sustento para lograr el cumplimiento del perfil de egreso. En principio se sigue la metodología institucional diseño de estudios de fundamentación para creación o modificación del plan de estudios (estudios de factibilidad y de pertinencia) y una guía para el desarrollo curricular (elaboración del plan de estudios). Una forma que puede validar que los alumnos están adquiriendo los conocimientos, habilidades, actitudes y valores, es la opinión que otorgan en las encuestas los egresados, pues la mayoría menciona lo pertinente del PE. Asimismo, el organismo de los CIEES afirma en su reporte de evaluación que los egresados cuentan con los conocimientos suficientes y la iniciativa para emprender nuevas empresas como resultado del programa.

La estructura curricular, siguiendo el modelo educativo de la UABC, es flexible, con un enfoque por competencias, se rige por un sistema de créditos y plantea que todos y cada uno de los programas educativos de licenciatura que ofrece, se estructuren en tres etapas de formación: básica, disciplinaria y terminal que, en conjunto, aseguran el

perfil de egreso de los alumnos para integrarse productivamente a la sociedad dentro de un área profesional.

La estructura del ciclo de formación profesional del PE de Bioingeniería se realizó atendiendo íntegramente el modelo educativo de las UABC, desarrollando el perfil de ingreso, el perfil de egreso, el campo ocupacional y las unidades de aprendizaje que integran a cada una de las tres etapas que conforman el ciclo de formación profesional, para conformar al profesional en el área de ingeniería biomédica y biotecnología, competente para resolver las problemáticas identificadas y reportadas en el estudio de factibilidad..

En la organización curricular del Plan de Estudios de Bioingeniería, para asegurar que las unidades de aprendizaje que estructuran el mapa curricular le brinden al estudiante las competencias requeridas para incursionar en el ámbito profesional, e impactar así en la solución de las problemáticas que entorno social demanda, identificadas en el estudio de factibilidad; los programas de las unidades de aprendizaje se diseñan y desarrollan atendiendo la normatividad establecida en el Estatuto Escolar de la UABC, artículo 119, y cumpliendo además los lineamientos de elaboración y registro de los Programas de Unidades de Aprendizaje, garantizando la consistencia entre la planeación y el trabajo docente en el aula, y con esto, la formación de competencias en tiempo y forma, congruentes con la planeación del perfil de egreso del Programa Educativo.

Conclusiones

La institución cuenta con convenios y mecanismos formales que fomenten el intercambio y estancias para estudiantes. Se han dado una multiplicidad de acciones de movilidad, lo que permite a los estudiantes interactuar con otros estudiantes o con otra institución, con lo que desarrollan la capacidad de desenvolverse profesionalmente en un espacio distinto al de origen, a la vez que comunicarse y trabajar colaborativamente con alumnos y profesores de distintas instituciones.

La institución cuenta con un registro sistematizado y actualizado para conocer el avance académico de cada uno de los alumnos, esto permite llevar el registro y el análisis de la información desde el ingreso hasta el egreso.

Se da tutoría a todos los alumnos del PE, que consiste primordialmente en apoyarlos en la elección de materias para una trayectoria y desempeño escolar adecuado. Se les ofrece atención en forma personalizada para contribuir a su formación integral, así como ayudar los en su aprovechamiento eficaz de los recursos humanos y materiales con los que dispone el programa.

Los alumnos tienen servicios de orientación y asesoría para apoyarlos en el desarrollo de habilidades para el aprendizaje. Estos servicios permiten generar alternativas que impactan en la formación personal y profesional del estudiante. Este indicador se cumple satisfactoriamente si consideramos que las asesorías están consideradas en la normatividad y la proporción de alumnos/docentes se mantiene alrededor de 27.

Las prácticas profesionales de los alumnos promueven el desarrollo de competencias dentro del contexto del ejercicio de la profesión y la aplicación práctica de sus conocimientos. Se tienen convenios de vinculación formales con empresas e instituciones de la región, y un área para los trámites, así como en la orientación y los mecanismos de supervisión y evaluación de actividades realizadas.

Aunque la eficiencia en la titulación da números como el promedio nacional, podrá mejorarse significativamente ahora que los alumnos puedan optar por la modalidad de titulación de programa de buena calidad, al estar acreditadas las diferentes sedes por varios años. Pero también con la modalidad de titulación por ejercicio o práctica profesional, para los egresados que no ampara la acreditación del programa pero que ya tienen suficiente experiencia laboral. Y relacionada a esta eficiencia terminal,

aunque hay un 30% de alumnos que terminan en el tiempo "ideal", se necesita trabajar y mejorar este indicador.

Es una realidad frecuente que nuestros estudiantes participan de en los concursos de ciencia y de emprendedores que se realiza semestralmente en sus unidades académicas, ganando en muchas ocasiones los primeros lugares. Y en muchos casos los alumnos han presentado trabajos en congresos. Pero un punto que necesita apoyarse más es la participación de estudiantes en concursos y competiciones nacionales e internacionales.

En cuanto a los resultados de nuestros egresados, en las evaluaciones externas realizadas por los CIEES dictaminaron que los egresados cuentan con los conocimientos suficientes y la iniciativa para emprender nuevas empresas como resultado del programa. Por otro lado, el desempeño de los egresados ha sido adecuado, en menos de 6 meses el 80% logra una posición de ingeniería, y algunos han obtenido reconocimientos en sus empresas por el trabajo realizado y las metas cumplidas. Y tenemos recién egresados que han recibido reconocimientos nacionales por su desempeño académico logrado. Pero una deficiencia en la UABC, es que no cuenta en estos momentos con un sistema de seguimiento de egresados institucional

4.4 Evaluación del personal académico, la infraestructura y los servicios.

Introducción

La evaluación del personal académico, la infraestructura física y los servicios de apoyo a un Programa Educativo son de gran relevancia al buscar la modificación y/o actualización de un Programa Educativo de licenciatura. Esta evaluación permite conocer si la infraestructura académica y física es idónea y pertinente para que el Programa Educativo cumpla con sus objetivos y los alumnos logren las competencias

del perfil de egreso. Además, nos dice que tanto los servicios de apoyo contribuyen a la formación integral de los estudiantes. Como resultado del estudio se puede determinar las fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, cambio e innovación en el Programa Educativo a fin de fundamentar su modificación o actualización.

Metodología

El proceso de evaluación del personal académico, infraestructura y servicios se ha desarrollado con base a los estándares de calidad que guían los comités interinstitucionales para la evaluación de la educación superior (CIEES, 2014, 2015, 2016) que establecen una metodología detallada para la evaluación del personal académico (Eje 5 de la metodología CIEES), Infraestructura (Eje 7 de la metodología CIEES) y los servicios de apoyo (Eje 6 de la metodología CIEES).

En dichos ejes metodológicos se detallan los siguientes puntos importantes en la evaluación:

- Evaluación del personal académico: Evaluación de la producción académica del programa; evaluación de las formas de organización para el trabajo académico; y evaluación de las líneas de generación, aplicación del conocimiento y su transferencia al programa. O evaluación de la articulación de la investigación con la docencia.
- Evaluación de la infraestructura académica y física: Evaluación de las aulas y espacios para la docencia, y su equipamiento; evaluación de los laboratorios, talleres específicos para la realización de práctica, y su equipamiento; evaluación de otras instalaciones fuera de la sede; evaluación de la biblioteca; evaluación de los espacios destinados para profesores; evaluación de los espacios para personas con discapacidad; evaluación de los espacios para encuentros académicos y/o culturales; evaluación de la infraestructura física del lugar donde se imparte el programa; evaluación de los servicios de aguas potables y sanitarias; evaluación de la seguridad de personas y bienes; evaluación de la seguridad para personas con

discapacidad; evaluación de las áreas de deporte-recreación y convivencia; y evaluación de la conectividad.

- Evaluación de los servicios de apoyo: evaluación de la administración escolar; evaluación de los servicios de estudiantiles; evaluación de becas y apoyos estudiantiles; y evaluación de la orientación para el tránsito a la vida profesional.
- Aunado a estos procedimientos de organismos acreditadores, en la UABC se tiene la Encuesta Anual de Ambiente Organizacional, que cada año aplica la Coordinación de Planeación y Desarrollo Institucional con el propósito de obtener información sobre la percepción que la comunidad universitaria tiene acerca del funcionamiento de la Universidad. Estos resultados son utilizados en los procesos de planeación de las unidades académicas, motivo por el cual es importante que el mayor número de estudiantes, maestros y personal administrativo contesten está información para poder obtener una muestra representativa de nuestra unidad académica.

Resultados

El personal académico abarca en extensión a casi todo el Estado, ya que el programa de bioingeniería se oferta en 3 campus; Ensenada, Mexicali y ECITEC en Valle de las Palmas. Entre los 3 campus se cuenta con una planta docente conformado por un total de los 80 profesores que laboran en los 3 campus, 22 son profesores de tiempo completo (PTC) pertenecientes al Programa Educativo de Bioingeniería.

Por parte de los profesores de asignatura se cuenta con una plantilla dinámica de alrededor de 70 profesores que imparten unidades de aprendizaje en el Programa Educativo de Bioingeniería. El Programa Educativo de Bioingeniería combina aspectos biológicos con la ingeniería, así, todos los profesores cumplen con el perfil requerido para impartir alguna unidad de aprendizaje del mapa curricular. Los profesores cuentan con formación académica en el área médica, biológica, administrativa y de ingeniería. Es importante señalar que el 81% de los profesores de tiempo completo tienen el título de doctor, de los cuales; todos tienen la formación profesional básica y/o especializada

en el área de las ciencias y afín a la materia impartida por los mismos, así mismo el personal se ha desarrollado en el campo laboral transmitiendo sus experiencias y habilidades a los estudiantes.

En relación a reconocimiento al desempeño académico, todos los profesores tienen algún reconocimiento; 32% pertenecen al SNI, y 100% al PRODEP y por ende cuentan con productividad académica, sin embargo solo el 50% del total de los docentes (tomando PTC y PA) cuentan con estudios de posgrado. Dicha proporción se considera adecuada, aunque es necesaria la implementación de estrategias institucionales para permitir a los docentes, alcanzar la producción necesaria que favorezca su incorporación tanto a SNI como PRODEP. Por otra parte, 18 de los PTC tienen el grado de doctor, pero 4 (18%) de los 22 PTC del PE en las 3 sedes carecen del grado doctoral.

El índice porcentual de profesores con el máximo grado de estudios, les facilita su participación en las convocatorias internas y externas investigación que propician los productos académicos de alto impacto, así como las movilidades nacionales e internacionales. La participación de la planta docente del PE de Bioingeniería en encuentros académicos de los últimos 3 años, se compone de eventos internacionales, nacionales y regionales, siendo PTC los participantes de estos eventos.

En la Universidad Autónoma de Baja California se aplican los principios que plantea el Programa para el Desarrollo Profesional Docente para el Tipo Superior (PRODEP) que tiene como principal objetivo que los Profesores de Tiempo Completo (PTC) alcancen las capacidades para realizar investigación-docencia, se profesionalicen, se articulen y se consoliden en cuerpos académicos. Por lo anterior, la carga-horaria del ciclo lectivo de todos los PTC incluyen actividades de docencia, investigación, tutoría y gestión. Aunado a esto, todos los profesores de carrera, además de impartir el número de horas-clase que tengan asignadas de acuerdo al Estatuto del Personal Académico de la UABC, deben dedicarse a otras actividades fijadas en su programa como se establece en el artículo 59 del estatuto 274. Por lo que deben participar en:

a) La elaboración de programas de estudio y prácticas.
b) La organización y realización de actividades de capacitación docente.
c) La producción de materiales didácticos.
d) La prestación de asesoría y tutoría docente a estudiantes y pasantes.
e) La realización y apoyo a los trabajos específicos de docencia e investigación.
f) La realización de investigación.
g) Cumplir con las horas de clase correspondientes

En cuanto al programa de tutorías, el estatuto escolar en el artículo 167 (I) establece que es obligación de la institución ofrecer asesoría y tutorías a los alumnos; así mismo en los artículos del 168 al 170 menciona que cada alumno tiene derecho a que se le asigne un tutor a lo largo de su trayecto formativo, con el propósito de orientar y auxiliar a los alumnos para que éstos diseñen un programa de actividades que favorezca su formación integral y contribuya a alcanzar el perfil de egreso establecido. Actualmente los profesores de tiempo completo del programa de Bioingeniería en los tres campus (Ensenada, Mexicali y Valle de las Palmas) tienen bajo su responsabilidad dar seguimiento académico a aproximadamente 25 alumnos por docente, a quienes imparten tutorías individuales y grupales, principalmente al inicio del semestre, para apoyar en la selección de asignaturas a cursar.

Los cursos de actualización que ofrece la institución son gestionados a través de la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa instrumentan el programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente (PFFDD), dicho programa tiene el propósito de fortalecer la profesionalización, formación y actualización del personal académico en los conocimientos teóricos, metodológicos y técnicos relacionados con la actividad docente.

El programa se compone de siete dimensiones de formación y actualización para los académicos, éstas buscan presentar una oferta adecuada a las necesidades y posibilidades de la planta académica, entre las más destacadas están el desarrollo de competencias docentes, el manejo de las tecnologías de la información y la producción

académica. 14 de los 22 docentes de tiempo completo adscritos al PE han terminado el Diplomado en Competencias Básicas para la Docencia Universitaria y 4 más están por concluirlo.

Los PTC han cursado más de 100 cursos durante los últimos 3 años. Aunque, dependiendo de su antigüedad, al menos han cursado el 50% del programa, con un promedio de 9 cursos por profesor. Los profesores de tiempo completo también están familiarizados con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, puesto que el 68% ha tomado al menos un curso relativo a tecnologías de la información y comunicación (TIC's I y TIC's II, Classroom: una herramienta de Google para la docencia, Taller de herramientas de evaluación en Blackboard, entre otros).

Puesto que el PEAA ha fortalecido la impartición de cursos en línea, los PTC del PE han tomado cursos que los acreditan como docentes virtuales. Los cursos obligatorios que han tomado son Conducción de Cursos en Línea, Blackboard para el trabajo en línea y Diseño instruccional para cursos en línea. En total, los 22 PTC del Programa Educativo de Bioingeniería en los diferentes Campus han tomado 17 cursos de especialización disciplinaria, en temas que van desde Mat Lab, Autocad, hasta el uso de bases de datos georreferenciados del INEGI.

Otro ámbito del desarrollo disciplinario que han sabido explotar los PTC, han sido los encuentros académicos, como congresos y simposios, ya sea de índole institucional, local, regional, nacional o internacional. En los últimos 5 años, los PTC han participado usando diferentes medios de difusión para la presentación de sus trabajos, como ponencias presenciales, medios impresos (cartel) e internet (ponencia virtual). Durante los últimos tres años los profesores del Programa Educativo de Bioingeniería han participado en 47 eventos académicos eventos académicos, 21 de los cuales fueron presenciales; cuatro de ellos fueron ponencias y 17 carteles; 18 de los eventos fueron de índole nacional y 29 internacionales.

Cabe mencionar que 16 de las participaciones en eventos fueron institucionales, ya sea para presentar resultados de investigación de los profesores o trabajos de investigación conjunta profesor-estudiante en foros de la escuela.

Respecto a la productividad académica de los profesores podemos enlistar diferentes actividades: desarrollo de tecnología educativa, elaboración de material didáctico. Además se incluyen productos propios de la investigación científica; publicación de artículos y libros.

- Publicación científica: Se han publicado 4 libros y 16 capítulos de libros durante los últimos 3 años. Además de la publicación de aproximadamente 65 artículos arbitrados con participación de algún PTC del programa, lo que resulta en un promedio de 1 publicación anual por PTC.
- Producto académico: Estos e relacionan con la elaboración de material didáctico ya sea digital o impreso. El PE en sus tres sedes tiene una dinámica de trabajo muy activa en cuanto a la realización y/o actualización de apuntes de clase, manuales de prácticas y programas de cómputo. Durante los últimos 3 años, se observan 18 manuales de prácticas, 4 programas de cómputo y 29 apuntes, estos apuntes se tienen tanto impresos como electrónicos, se puede concluir que se han diseñado elementos de aprendizaje innovadores por parte de PTC del PE de Bioingeniería. Por otra parte, los docentes de tiempo completo del Programa Educativo de Bioingeniería, han dirigido tesis tanto de licenciatura como de nivel posgrado. En total se han desarrollado 26 tesis a nivel licenciatura y posgrado.

Tabla 28: Productos académicos por Asignatura en el Programa Educativo de Bioingeniería

Productos académicos	Asignaturas
Asignaturas en las cuales se cuenta con material didáctico: manuales, apuntes, tutoriales, videos, entre otros.	Metodología de la Investigación, Fisicoquímica, Biología Celular, Química Orgánica, Circuitos Lineales, Administración, Métodos Numéricos, Bioquímica, Sistemas Digitales, Amplificadores De Bioseñales, Anatomía Funcional, Transferencia de Masa y calor en Biosistemas, Biomateriales, Sistemas de Medición, Fisiología, Bioinstrumentación, Óptica y Acústica, Legislación Ambiental e Industrial, Formulación y Evaluación de Proyectos, Instrumentación Biomédica, Sistemas de Control, Biotecnología Ambiental, Procesos de Manufactura, Procesos Biotecnológicos, Procesamiento Digital de Señales Biofisiológicas, Creación Y Desarrollo de Bioempresas, Ingeniería Clínica

Tabla 28: Productos académicos por Asignatura en el Programa Educativo de Bioingeniería (continuación).

Productos académicos	Asignaturas
Asignaturas en las cuales se cuenta con material de prácticas para el Laboratorio.	Laboratorio de Amplificadores de Bioseñales, Laboratorio de Biomateriales, Laboratorio de Bioquímica, Laboratorio de Circuitos Lineales, Laboratorio de Fisicoquímica, Laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Principios de Química Analítica, Laboratorio de Química General, Laboratorio de Química Orgánica, Laboratorio de Sistemas Digitales.
Asignaturas en las cuales se cuenta con material didáctico para la enseñanza multimodal y/o virtual, la plataforma electrónica Blackboard ha sido designada por el CEA como la plataforma oficial para la enseñanza semipresencial y a distancia.	Metodología de la Investigación, Introducción a la Ingeniería, Tópicos Matemáticos, Fisiología, Biorremediación, Amplificadores de Bioseñales, Química General, Bioquímica, Introducción a la Ingeniería, Principios de química analítica, Instrumentación Biomédica Basada en Computadora, Óptica y Acústica, Fisicoquímica (Taller), Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas, Sistemas de medición y Diseño y escalamiento de procesos biotecnológicos

Fuente: Elaboración propia.

En la UABC el personal académico puede organizar o conformar academias y cuerpos académicos, estos son los órganos consultivos, con carácter propositivo, de asesoría y orientación, que se constituyen un foro de análisis, discusión y reflexión para el desarrollo de las funciones sustantivas, y se integran por el personal académico. Estos tienen como objetivos: Impulsar la comunicación y vinculación, Consolidar el

trabajo interdisciplinario, Mejorar la calidad académica en todas las áreas del conocimiento.

El cuerpo académico como grupo de trabajo impacta de manera significativa al Programa Educativo, contribuyendo con trabajos investigativos donde colaboran los alumnos de licenciatura como parte de su formación integral. En cuanto a las actividades listadas de la Academia están enfocadas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y por ende la mejora del PE mismo. El trabajo colaborativo entre diferentes profesores permite fortalecer las líneas de investigación en los temas de Biotecnología, Biomédica, y química, además de la elaboración de materiales de trabajo, colaboración de alumnos tesistas, publicaciones en congresos y revistas. Las academias del PE contribuyen revisando los materiales y productos didácticos generados por las unidades de aprendizaje lo que permite mejorar, enriquecer y fortalecer el PE.

De los 5 Cuerpos Académicos que existen actualmente en las 3 unidades, se puede señalar que las LGAC, están estrechamente ligadas a los programas educativos existentes en la misma. Están líneas son acordes a las necesidades de cada Programa Educativo y tienen la finalidad de consolidar la formación disciplinaria y mantener la actualización de los docentes a través del desarrollo de diversos proyectos. Estas líneas de generación y aplicación del conocimiento se relacionan con las unidades de aprendizaje de los programas educativos, además de promover la formación científica de los alumnos, mediante su participación en los diversos proyectos.

El impacto de la investigación que realizan los PTC de la unidad, se ve reflejada en los diversos productos que se obtienen con el desarrollo de esta labor como publicaciones, creaciones, prototipos, modelos de utilidad; los cuales sirven para un mejor desarrollo de las unidades de aprendizaje, permiten a los alumnos profundizar en el conocimiento, participar directamente en la labor de investigación, fomentando su espíritu crítico e innovador. Con las ayudantías de investigación y los trabajos de que se pueden generar, se establece una relación directa de esta labor con el proceso de

enseñanza-aprendizaje. Un aspecto a destacar es el potencial con que se cuenta para fomentar la interdisciplina entre los CA, que además enriquezca la visión y formación de los alumnos como futuros profesionistas que deberán interactuar con personas de distintas formaciones para la búsqueda de soluciones más integrales en los retos que se les presenten.

A nivel institucional existen diversos cuerpos académicos que atienden a diferentes áreas del conocimiento, dentro del Programa Educativo de Bioingeniería. Los profesores han formado 5 cuerpos académicos reconocidos por el PRODEP, con diferentes grados de maduración. A continuación, se describen brevemente los CA del PE:

Tabla 29: Cuerpos Académicos PRODEP del programa Educativo de Bioingeniería

Cuerpo Académico	Situación - Líneas
Cuerpo académico en Mexicali, Bioingeniería y Salud Ambiental.	Actualmente consolidado, ha sido uno de los principales precursores para la creación del primer plan de estudios del PE de Bioingeniería a nivel institucional. Cuenta con tres miembros, dos de ellos son PTC de este PE, y todos poseen el grado de doctorado y el perfil deseable del PRODEP. Dos de ellos pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores. Sus líneas de generación y aplicación del conocimiento son la Bioingeniería y Medio Ambiente, en la que los trabajos realizados tienen un énfasis en la Ingeniería Biomédica y desarrollo de instrumentos de aplicaciones en salud.
Cuerpo académico en Mexicali, Biotecnología y Cuidado Ambiental.	Actualmente en formación, cuenta con tres miembros, dos de ellos con el grado de doctorado y otro más con maestría, dos de ellos cuentan con el perfil deseable otorgado por el PRODEP. Sus líneas de generación y aplicación del conocimiento son la Biología Molecular, la Microbiología y Biorremediación.
Cuerpo académico en Ensenada, Bioingeniería integral.	Cuenta con la participación de tres profesores de tiempo completo, los cuales pertenecen a este PE y los 3 poseen grado de doctor. De ellos 100% poseen el perfil deseable. La línea de generación y aplicación del conocimiento es Bioingeniería Integral.
Cuerpo académico en Valle de las Palmas, Bioingeniería aplicada.	Actualmente en consolidación, cuenta con 3 miembros, todos con doctorado y perfil deseable. Únicamente uno de los miembros pertenece al SNI. La línea de generación y aplicación del conocimiento “Aplicaciones a la Bioingeniería en el área médica”.
Cuerpo académico en Valle de las Palmas, Automatización.	El Cuerpo académico de Automatización, en formación, posee también 3 integrantes, 2 de los cuales pertenecen a este PE. Ninguno de sus miembros pertenece al SNI. La línea de generación y aplicación del conocimiento es “Automatización de procesos industriales, optoelectrónica y domótica”

Fuente: Elaboración propia.

La infraestructura debe describirse por lo que existe en las 3 sedes del Programa Educativo. Las bibliotecas de las 3 sedes cuentan con el acervo impreso suficiente; si alguno de los materiales impresos no estuviese disponible en alguna de ellas, solo basta ubicarlo en el catálogo cimarrón y solicitarlo en préstamo externo. Además del catálogo Cimarrón, tanto profesores como alumnos, tienen acceso a recursos electrónicos a través de la página de biblioteca (http://biblioteca.uabc.mx) como los siguientes: Base de datos, Libros electrónicos, Revistas electrónicas, Revistas electrónicas editadas por UABC, Recursos electrónicos abiertos (open Access). Adicionalmente la UABC está suscrita a recursos bibliográficos digitales de información científica y tecnológica, a través del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT) del CONACYT.

La colección digital se integra por 31 bases de datos para consulta de revistas arbitradas, además de consulta de libros electrónicos en las diferentes áreas de conocimiento: Access Medicine, ACS Chemistry for life, ACSESS, BioONE, Cambridge University Press, Cas, EBSCO Host, Elsevier, IEEE, Nature, Oxford University Press, Springer.

La mayoría de los PTC de Bioingeniería son usuarios frecuentes de las bases de datos e incluso la mayoría ha tomado el curso Bibliotecas electrónicas: una herramienta para la docencia que oferta el PFFDD cada periodo intersemestral, o en su defecto han aprendido a usarlas de manera autodidacta.

La infraestructura en Mexicali sirve ajustadamente a los grupos del PE de Bioingeniería con la matrícula actual. Los grupos con mayor cantidad de estudiantes en el PE de Bioingeniería se encuentran en los niveles del primer al cuarto periodo de cursos, con un promedio de 35 estudiantes por salón (y máximo de 42). El determinar la cantidad y capacidad máxima de las aulas cada ciclo escolar está en función de la matrícula y de las necesidades académicas específicas diseñadas en el plan de estudios del Programa Educativo.

Principalmente por la cantidad de horas de teoría o de laboratorio de las asignaturas, y porque la tipología de los cursos demanda un tamaño de grupos y subgrupos determinado; lo que estará siendo modulado por la evolución de la matrícula. El plan de estudios cuenta con todos los tipos de tipología, lo que demanda contar con capacidades diversas de espacios, y el crecimiento en el número de alumnos y maestros, hasta un punto estable, pide ir proveyendo de espacios con capacidad en la medida que se lleguen a cubrir los requerimientos del proceso de aprendizaje y que se desarrollen las funciones sustantivas. Un ejemplo de la necesidad de espacios se observa a simple vista de la cuadricula de horarios de cada ciclo escolar.

A partir de las condiciones que se tienen actualmente en Mexicali (240 alumnos en Mexicali), se atiende la demanda de asignaturas teóricas adecuadamente, con la capacidad de los salones. Para la enseñanza del componente teórico de las unidades de aprendizaje, el Programa Educativo requiere de instalaciones con medios audiovisuales, donde los contenidos se impartan de manera dinámica e interactiva con los estudiantes. Es por eso que los profesores del PE de Bioingeniería utilizan regularmente las instalaciones del edificio central que cuentan con salones multimedia y pizarrones electrónicos que permiten una mejor enseñanza de los temas, así como las salas audiovisuales del tercer nivel.

Además de lo anterior, algunas asignaturas se imparten en la sala de usos múltiples del Laboratorio de Bioingeniería, debido a los recursos a disposición en dicho laboratorio. La cantidad, capacidad y condiciones de las aulas son adecuadas y suficientes para atender a la matrícula actual en las necesidades académicas teóricas del Programa Educativo.

Sobre la infraestructura en Ensenada, la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño cuenta con siete edificios de los cuales uno es principalmente de aulas y talleres. En los otros cinco edificios se encuentran los laboratorios, cubículos de profesores y oficinas administrativas. El edificio E1 es el edificio principal en donde se

imparten los cursos teóricos; cuenta con 27 aulas con diferentes capacidades 392. El PE de Bioingeniería tiene asignadas tres aulas; dos con capacidad máxima de 25 alumnos y una con capacidad para 40 alumnos.

En promedio los grupos de las asignaturas son de 25 alumnos y en el caso de algunas asignaturas es de 40 alumnos como máximo. Los alumnos que cursan el TC de Ingeniería tienen sus cursos asignados en las aulas con mayor capacidad (45 alumnos), ya que los grupos son de 32 alumnos en promedio por ciclo escolar.

La superficie de cada aula supera los 1.2 m por alumnos y cuenta con el mobiliario y condiciones adecuadas para la impartición de los cursos. Todas las aulas tienen buena iluminación, ventilación, temperatura ambiente ideal (clima de Ensenada), los muros de las aulas tienen aislante térmico y de ruido, el mobiliario está en buenas condiciones y las instalaciones son adecuadas para medios audiovisuales, en todas las aulas se tiene instalado un proyector permanente con el cableado necesario para que cada profesor o alumno pueda conectar su equipo de cómputo y su respectiva área de proyección, además, todas las ventanas se encuentran polarizadas.

Por otro lado, la capacidad de espacios permite la impartición de cursos sin restricciones de cupo, aunque se optimiza la utilización de las aulas para mantener la máxima ocupación posible en función de la matrícula. El edificio E1 cuenta con rampas de acceso al primer nivel en caso necesario.

En el caso de la infraestructura en Valle de las Palmas, se cuenta con una infraestructura que está compuesta por 10 edificios con una antigüedad no mayor a 8 años que permiten atender adecuadamente a la matrícula de todos los programas educativos de la unidad académica, estos mismos están acondicionados con iluminación, ventilación y energía eléctrica para la realización de las actividades docentes y cuentan con escaleras, rampas y elevador para facilitar el acceso a los alumnos con capacidades diferentes. A su vez se tiene 1 cancha de softball, 1 cancha de futbol rápido, 1 cancha de básquetbol y 1 cancha de voleibol las cuales se complementan con áreas verdes que están distribuidas en la unidad académica.

Para el caso del PE de Bioingeniería tiene asignadas 4 aulas ubicadas en los edificios B, C, D, DIA y Talleres, la disposición y situación en la que interactúa el estudiante en su jornada escolar es en estos edificios mencionados, así como canchas deportivas y cafetería los cuales se utilizan en su periodo de descanso. Debido a la particular ubicación de ECITEC se considera un horario de clases 8:00 a 17:00 horas por lo que las actividades académicas en horario nocturno no se llevan a cabo.

A continuación, se describen loa resultados de Evaluación de Servicios de Apoyo.

- Asesorías: En la UABC se cuenta con un programa de asesorías académicas con el que se busca fortalecer el desempeño escolar de los alumnos permitiendo elevar la preparación para las etapas posteriores de su formación. Los profesores apoyan en temas relacionados con las asignaturas programadas en las asesorías.
- Tutorías: La tutoría es el proceso de acompañamiento de tipo personal y académico a lo largo del proceso educativo para lograr el perfil deseado en el alumno. Las tutorías tienen el propósito de solucionar problemas escolares, desarrollar hábitos de estudio, trabajo, reflexión y convivencia social. Existe en la Universidad un Sistema Institucional de Tutorías (SIT) con una plataforma en línea que facilita el acceso a información sistematizada sobre la trayectoria escolar de cada uno de los alumnos, además de que provee una comunicación pronta y expedita entre el estudiante y su tutor. En total el Programa Educativo de bioingeniería cuenta con 22 profesores de tiempo completo, y por reglamento todos ellos son tutores. La población estudiantil vigente para el programa de Bioingeniería a la fecha da una relación de aproximadamente 25 estudiantes por profesor.
- Vinculación: A través de los departamentos de Formación Profesional y Vinculación Universitaria (DFPVU) a nivel institucional se coordinan las funciones de bolsa de trabajo. En cada campus se cuenta con una extensión del Departamento de FPVU y su correspondiente responsable. De igual manera en cada Unidad Académica se cuenta con un Coordinador de FPVU, además de un responsable de Vinculación. Este último es quien se encarga de establecer los convenios con empresas, asociaciones e instituciones. Particularmente en Bioingeniería se han establecido

convenios específicos con varias empresas e instituciones con el fin de que los estudiantes realicen sus prácticas profesionales, servicio social profesional, o proyectos de vinculación con valor en créditos. En lo que respecta al área de la Bioingeniería, se han establecido convenios con el Hospital General de Tecate, el Hospital General Tijuana, Hospital del Prado Tijuana, la Empresa Biomédica de México, la empresa ENCAMESA, Coca-Cola, Kellogs, Nellcor Covidien, entre otras.

- Becas: Con el fin de reducir la deserción de estudiantes por falta de recursos económicos y para incentivar a los alumnos sobresalientes, la Universidad establece en su Estatuto General que varias de sus instancias y departamentos tendrán como función la de conseguir recursos y otorgar becas a estudiantes. En el Reglamento de Becas se establecen todos los tipos de becas de apoyo a los estudiantes, algunas administradas por instancias la misma Universidad, así como de aquellas que institucionalmente ofrece el gobierno federal y estatal. Entre las becas que se ofrecen, están las siguientes:
  - Beca compensación modalidad económica: Se otorga a los alumnos que colaboran en las unidades académicas, bibliotecas, laboratorios y demás instalaciones universitarias, auxiliando en actividades académicas o administrativas durante el ciclo escolar vigente. La beca comprende, el pago de 100% del monto correspondiente al pago de cuotas de reinscripción, colegiatura y cuotas específicas, además de tres aportaciones económicas periódicas de acuerdo a los recursos asignados al programa
  - Beca por promedio: Se otorga a los alumnos que hayan alcanzado los mejores promedios generales de calificaciones en cada periodo y por Programa Educativo, siempre que el promedio sea mayor o igual a 90/100. Esta beca comprende la aportación por parte de la UABC del 100% del monto correspondiente al pago de cuotas de reinscripción, colegiatura y cuotas específicas. Esta beca se otorga al 1% de los alumnos con mejores promedios de cada Programa Académico.
  - Beca deportiva: Se otorga a los alumnos que tengan una participación activa y relevante como integrantes de equipos deportivos, que representen a la Universidad en eventos locales, estatales, regionales, nacionales e

internacionales. La beca deportiva comprende, la aportación económica de hasta el 100% para el pago de las cuotas de inscripción, reinscripción, colegiaturas y cuotas específicas. Se otorgan hasta 80 becas deportivas en la institución.

- Beca prorroga: Esta beca consiste en la autorización para diferir el pago de las cuotas de inscripción y reinscripción, colegiatura y cuotas específicas a cargo de los alumnos, para que estos pagos se efectúen dentro del mismo periodo escolar semestral, en los plazos y condiciones establecidas con la tesorería y el departamento de servicios estudiantiles, en el convenio respectivo.
- Beca investigación: Se otorga a los alumnos que participan como tesistas o auxiliares en proyectos de investigación, autorizados por la Coordinación de Posgrado e Investigación de la Universidad. Este tipo de beca comprende aportaciones periódicas que serán determinadas en el convenio de proyecto de investigación.

Además de las becas descritas, existen becas institucionales y becas ofrecidas por el gobierno federal: Alimenticia, Transporte, Crédito, PRONABES, Vinculación, Patrocinio, Compensación, Merito escolar, Artística, Bécalos, entre otras. Existe una Página de Becas donde los alumnos pueden encontrar todas las convocatorias de becas así como los requisitos para obtenerlas.

En el artículo tres del Reglamento de Becas se establece que entre los requisitos generales para la obtención de cualquiera de las becas están el que el alumno tenga un promedio mayor o igual a ocho, que haya acreditado al menos el 50% de las unidades de aprendizaje de su plan de estudios y que reúna las condiciones de elegibilidad establecida por cada modalidad de beca. Gracias a toda la logística y los recursos que la Universidad dedica a los programas de becas, y a la apertura y trasparencia con que son manejadas, además de la amplia difusión que se les da a este tipo de servicios, las becas son un gran servicio de apoyo para reducir la deserción de estudiantes.

Tabla 30: Distribución de Becas en Bioingeniería. Cantidad de beneficiados en los diferentes periodos escolares

.

Periodo	Beca Prorroga	Deportiva	Promedio	PRONABES	Transporte	BECALOS	Alimentacion	Credito	Investigación	Artistica	Compensacion	Vinculacion	Merito Escolar	Patrocinio	Alas	Intercambio
2010-1	0	0	0	1	8	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010-2	0	0	1	2	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011-1	2	0	2	0	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011-2	0	0	2	3	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012-1	8	0	5	12	8	11	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
2012-2	10	0	5	14	11	9	0	0	6	0	6	3	1	0	0	0
2013-1	14	0	7	9	18	9	2	0	6	0	5	3	1	0	0	0
2013-2	22	0	4	14	16	0	0	0	2	0	2	3	2	0	0	2
2014-1	44	2	7	11	8	0	0	0	4	0	1	0	1	0	1	2
2014-2	25	1	8	9	2	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
2015-1	41	1	6	13	7	0	2	0	4	0	6	0	0	0	0	0
2015-2	41	2	4	0	1	0	1	0	2	0	10	0	1	0	0	0
2016-1	44	1	4	0	2	0	2	0	1	0	7	0	0	0	0	0
2016-2	37	0	4	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0
2017-1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0

Fuente: *Departamento de Servicios Estudiantiles y Gestión Escolar*

Conclusiones

Personal académico: En este rubro, nos encontramos con una plantilla de profesores suficiente para atender la matricula actual del Programa Educativo de Bioingeniería (569 alumnos), se trata de 22 profesores de tiempo completo bien habilitados en la docencia y en la investigación, actualmente el porcentaje de profesores con grado de doctor es del 81% y el resto de los profesores esta ingresar a estudiarlo o bien en proceso de completarlo, sin embargo, el porcentaje de los profesores de asignatura con algún posgrado es muy bajo compensándolo con cursos de especialización disciplinar y años de experiencia profesional.

Es importante remarcar que entre el profesorado existe una cultura de superación académica disciplinaria y docente a través de la oferta de cursos proporcionados por la Universidad, por lo que en su mayoría los profesores están adquiriendo nuevos

conocimientos de su disciplina a través de cursos y asistencia a eventos académicos. Dentro del análisis es importante destacar lo siguiente:

- El impacto de los cuerpos académicos en la calidad del Programa Educativo ha sido positivo. Los CA permiten la obtención de recursos para proyectos de investigación para analizar y resolver problemas. Todos los cuerpos académicos desarrollan trabajos de investigación en los que han participado alumnos de licenciatura a través diversas modalidades como ayudantías de investigación, servicio social profesional, desarrollo de tesis y prácticas profesionales. La mayor parte de los CA se encuentran en la etapa de consolidación y uno ya está consolidado, ampliando las posibilidades de financiamiento para proyectos y la inclusión de estudiantes en otras modalidades de aprendizaje. La actividad investigativa, mejora la calidad docente y promueve la actualización de los profesores.
- Un alto porcentaje de los PTC poseen alguna de las acreditaciones que les faculta para la producción académica y la maduración y profesionalización de la planta docente, así como su involucramiento en proyectos de investigación generará de manera natural publicaciones y otros productos académicos. Se tienen un gran número de publicaciones en promedio por profesor de tiempo completo.

  Como áreas de oportunidad es importante señalar que es necesario estimular la innovación tecnológica que permita la producción de prototipos y elementos de producción industrial. Faltan publicaciones que tengan el factor de impacto requerido por CONACYT (artículos indexados al JCR) para propiciar la incorporación de los profesores al SNI, falta más participación activa de los profesores en las academias y cuerpos académicos, lo cual impactaría de manera favorable en las estadísticas de inclusión de alumnos a los proyectos de investigación.

Infraestructura: Como conclusión general del rubro de infraestructura física se puede verificar que en las tres sedes en las cuales se ofrece el Programa Educativo de Bioingeniería se cuenta con espacios suficientes para la impartición de las actividades docentes, además de los espacios comunes ofrecidos por las bibliotecas las cuales están bien equipadas y permiten atender de manera adecuada al flujo contante de

alumnos que le visitan. Por otra parte, la buena organización entre directivos, asignadores de espacios permiten mantener disponibilidad de espacios de aulas y laboratorios.

Dentro de las áreas de oportunidad detectadas están las siguientes: Mantener insumos necesarios de cada semestre, incrementar el espacio físico para las asignaturas que necesitan equipos de cómputo o bien equipo de laboratorio electrónico. Actualmente los campus poseen espacios básicos para funcionar, pero la tendencia marca un incremento en la matrícula y por ello es necesario planear el crecimiento en infraestructura y equipamiento.

En lo que respecta a la biblioteca, el análisis indica que es suficiente, sin embargo, requiere de una mejor organización y control en el inventario. En lo referente a la conectividad, los alumnos tienen acceso al Internet de manera inalámbrica la cual constantemente es monitoreada para asegurar su funcionamiento y aunque presenta fallos técnicos esporádicos la mayor parte del tiempo permite la fácil navegación.

Servicios de apoyo: Como ya se mencionó en la Universidad se han establecido mecanismos para desarrollar asesorías académicas lo cual permite la atención puntual en temas abordados por los estudiantes, sin embargo, es necesario realizar un análisis para detectar las debilidades académicas en los alumnos del Programa Educativo de Bioingeniería y así planear asesorías de manera grupal, de tal manera que pudiese mejorar los índices de reprobación en los semestres cursados por los estudiantes.

La Universidad cuenta con la infraestructura, personal y logística que asegura que el sistema de tutorías sea un programa consolidado para todos los programas educativos de todas las unidades académicas. En el caso del programa de Bioingeniería no es la excepción, actualmente los profesores de tiempo completo mantienen tutorías sobre aproximadamente 25 alumnos a quienes le dan seguimiento durante su trayectoria escolar, este número de estudiantes atendidos es adecuado de acuerdo al PRODEP.

Por otra parte, en la Universidad Autónoma de Baja California existen mecanismos y personal para mantenerse en contacto con las empresas locales, así como mantener en contacto a los alumnos con los posibles empleadores, y como a través de las prácticas profesionales se logra insertar a los futuros egresados en el ambiente laboral.

En lo que respecta a las actividades para la formación integral, en las tres sedes en las cuales se imparte el Programa Educativo de Bioingeniería, existen un sin número de actividades organizadas dentro de la universidad donde se promueve la formación integral de los alumnos.

A todas estas actividades se les da promoción mediante posters y recursos electrónicos, e incluso mediante la promoción oral de los profesores y los mismos alumnos. Gracias a toda la logística y los recursos que la Universidad dedica a los programas de becas, y a la apertura y trasparencia con que son manejadas, además de la amplia difusión que se les da a este tipo de servicios, y en particular a la demanda que han tenido por los alumnos de Bioingeniería, es importante remarcar que se cuenta con un amplio catálogo de becas a las cuales pueden aplicar los estudiantes del Programa Educativo.

5 FORTALEZAS, DEBILIDADES Y OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL PROGRAMA EDUCATIVO EVALUADO

En las secciones anteriores se presentaron las evaluación externa e interna respectivamente, del Programa Educativo de Bioingeniero. Cada una de estas evaluaciones se dividió en categorías, y en cada categoría se especificó el marco de referencia y la metodología considerada para la evaluación. Además de que se incluyeron los resultados de la evaluación con sus respectivos análisis y conclusiones.

A manera de continuar con este diagnóstico, se identificaron fortalezas y debilidades en relación al Programa Educativo. Mientras que por otra parte, se señalan las áreas de oportunidad en aspectos específicos del plan de estudios. Cabe resaltar que del análisis resulta que una gran mayoría de aspectos del programa deben de mantenerse debido a un desempeño satisfactorio avalado por la acreditación CIEES y las encuestas de egresados y empleadores. A continuación, se presenta un concentrado de las fortalezas, debilidades que se identificaron en cada categoría de las evaluaciones, así como las oportunidades del programa.

Análisis de necesidades sociales:

- Del análisis de necesidades sociales, nos encontramos varias fortalezas del Programa Educativo. A nivel de licenciaturas, el programa de Bioingeniería que oferta la UABC es pertinente para el desarrollo social y económico de Baja California, y coadyuva a mantener el liderazgo científico y tecnológico en la región noroeste del país. Hay una rápida inserción de los egresados al mercado laboral. La encuesta de egresados y empleadores confirma que los egresados desarrollarán actividades que atienden las necesidades sociales a nivel regional y nacional. Y se observa un mayor desarrollo en el contexto regional por la cercanía a Estados Unidos.
- Se visualizan varias oportunidades para el Programa Educativo en este contexto de necesidades sociales. Se reconoce internacionalmente la dependencia tecnológica

en el desarrollo relacionado con la salud humana. El gobierno mexicano ha considerado las áreas de biotecnología y tecnologías médicas como prioritarias en el desarrollo de ciencia, tecnología e investigación. La tendencia de la industria global de biotecnología y tecnologías médicas es la de continuar creciendo en las próximas décadas; el país cuenta con planes de expansión de clusters tanto en el área biomédica como biotecnológica. El estudio de factibilidad proyecta un crecimiento de la demanda. Se amplía la base de expertos en tecnologías de la salud, con particular interés en dispositivos médicos, que hacen faltan en el país. Por otro lado, los egresados manifestaron que se están capacitando para las necesidades emergentes, por lo que demuestran tener el atributo de aprendizaje para toda la vida. El desarrollo e innovación en áreas de la medicina y la biotecnología a nivel mundial favorece nuevas oportunidades para nuestros egresados.

- Aunque se observan algunas debilidades en este contexto social. Como la lenta respuesta y poca inversión de la institución para atender la demanda creciente a nivel mundial por profesionistas que manejen diversas áreas biotecnológicas y de tecnologías médicas. La exigibilidad de un segundo idioma es solo para egresar y no puede aplicarse obligatoriamente en los cursos de formación del plan de estudios. El P.E. cuenta con unidades de aprendizaje que respaldan las nuevas tendencias y actividades con impacto regional, sin embargo, no todas se encuentran como obligatorias.
- Se considera como un desafío increíble, el que la planta académica tenga una nula participación en la definición de las características de selección para ingreso a licenciatura. El que no exista un incremento en el presupuesto del programa que atienda el crecimiento de la demanda externa y la operación del programa. Mientras que el atender un cambio en las demandas del desarrollo social y económico, así como integrar la gran cantidad de avances científicos y tecnologías innovadoras en el área de la salud, pondría en aprietos la operación del Programa Educativo.

Análisis del mercado laboral:

- El PE tiene una equidad de género bastante aceptable en relación con el promedio de las ingenierías. Sería oportuno Incorporar contenidos y la realización de actividades sobre liderazgo, emprendimiento, innovación y autoempleo, ya que casi no se tienen egresados laborando de manera independiente. Una fortaleza es que el mercado laboral es amplio y diverso, los egresados han tenido oportunidades en instituciones del sector salud, tanto públicas como privadas, realizando hasta labores de administración; se emplean en la industria manufacturera de dispositivos y equipo de uso biomédico y/o biotecnológico; realizan labores de venta y soporte en equipo biomédico en empresas privadas nacionales; y en algunos casos en laboratorios certificadores de tipo gubernamentales. Aunque el atributo de egreso sobre diseño de equipo no se ha logrado explotar en el mercado laboral actual. Los empleadores identifican que los siguientes conocimientos, tecnologías y normas tomarán importancia en el futuro de su organización:
    - Dominio del inglés
    - Manufactura en la industria biomédica
    - Normas de calidad en la industria biomédica
    - Control de calidad
- Mientras que las habilidades y actitudes del egresado de la UABC que son más valiosas para una organización son: Resolución de problemas y comunicarse efectivamente Las cualidades que deben caracterizar a un recién egresado de la UABC, según los empleadores, son los Valores (Responsabilidad, Honestidad, respeto, puntualidad, honradez, etc.).

Análisis de egresados:

- Los egresados tienen un impacto positivo en el sector productivo y en otros sectores laborales, aunque el porcentaje de egresados que cuenta con su negocio propio es bajo. En cuanto a la formación recibida, el 87.7% de los egresados están satisfechos y totalmente satisfechos con la formación recibida. Y han expresado algunas recomendaciones para mejorar el Programa Educativo. Estas recomendaciones de los egresados implican, en algunos casos una actualización al programa, pero otras requieren de modificar el programa.

- Entre las principales recomendaciones se encuentran:
    - Aumentar optativas de especialidad,
    - Convertir algunas materias optativas en obligatorias, como Análisis Estadístico y la de Aseguramiento de la Calidad,
    - Equilibrar el tiempo de clases teórico/práctico y
    - Mejorar materiales, equipo, instrumentos y software. Entre las recomendaciones de los egresados, piden también que la Unidad Académica acompañe al egresado en el ámbito laboral, lo que entendemos como una solicitud para mejorar el programa de seguimiento de egresados. El 31.5% de los egresados están realizando o ha concluido estudios adicionales relacionados con su perfil profesional, lo que nos indica una buena oportunidad para reforzar el posgrado y/o ofrecer cursos de Educación Continua. El manejo de computadora y el idioma inglés son características de los egresados muy demandadas por ellos y el sector productivo. Nuevas competencias predominantes y emergentes requeridas por el mercado laboral pueden representar una amenaza para el Programa Educativo si no se atienden a tiempo.

Análisis de oferta y demanda:

- Una de las fortalezas del programa de Bioingeniería es que está formado por una parte de ingeniería biomédica y otra biotecnológica, no se logra una total especialización en una de las áreas, sino más bien se logra una fuerte fundamentación de los principios de ambas y en ciencias. Por lo que la aparición de nuevas competencias predominantes y emergentes requeridas por el mercado laboral, pueden ser integradas en el programa por la parte de los fundamentos de ingeniería y ciencias.
- Se ha visto un incremento en la matrícula del programa en la UABC y se ha notado un incremento en la matrícula de programas similares de otras instituciones. Por lo

mismo hay un incremento en las nuevas solicitudes de ingreso al programa, lo que nos pone en una situación crítica, ya que no se tienen los espacios de laboratorio necesarios para atender a los estudiantes. Sólo se tiene infraestructura, planta académica y recursos para mantener con calidad un grupo de alumnos. Y otra situación adversa es que no se consigue un perfil de ingreso deseado.

Análisis prospectivo de la disciplina:

- Una fortaleza en cuanto al futuro del PE es que desarrolla habilidades en las áreas de Ingeniería Biomédica e Ingeniería Biotecnológica. Y a un nivel global, los avances tanto en el área de Ingeniería Biomédica como de la Biotecnología hacen necesarios profesionales del área de Bioingeniería, con el perfil de egreso del PE.
- Pero una de las dificultades de este esquema de alta tecnología, es que se deben adquirir o modernizar equipo de laboratorio para el estudio de las tecnologías más innovadoras del área, y que no sea solo en forma teórica sino también práctica la formación del alumno. Existe un gran auge en el desarrollo del área Biomédica y Biotecnológica, y el desarrollo de nuevo conocimiento en el área es tan rápido que se dificulta incorporar al aula con la misma velocidad.

Análisis de la profesión:

- Una fortaleza que ha resultado del análisis de la profesión es que la mayoría de los egresados logran insertarse en el área industrial regional y nacional, así como en la oferta de posgrados nacionales e internacionales. No existen programas de Bioingeniería a nivel nacional, ni programa de estudios que logre que las competencias de egreso abarquen Ingeniería Biomédica y Biotecnológica.
- Un problema regional es que se matizan diferentes aspectos del perfil de egreso en función de la vocación de la sede en donde se imparte el PE. Se cuenta con un perfil de egreso del Bioingeniero congruente con el desarrollo profesional, las competencias fueron establecidas en base a las necesidades regionales y locales y la mayoría de los egresados del PE realizan actividades propias de la disciplina.
- Es necesario incentivar la organización de encuentros con egresados, empleadores y alumnos para propiciar la pertinencia y calidad del Programa Educativo. Pudiera

considerarse como una debilidad el que no se logra una especialización suficiente en las áreas de Ingeniería Biomédica o Biotecnológica para favorecer una doble titulación con otra institución nacional. Regionalmente el estado de BC tiene una vocación orientada hacia la manufactura principalmente, que debe ser considerada dentro de los alcances del plan de estudios.

- El mapa curricular es adecuado al compararlo con programas de Bioingeniería a nivel internacional y los contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje del PE desarrollan las habilidades requeridas de la profesión, pero se debe actualizar el contenido de algunas unidades de aprendizaje para mantenerlas vigentes con los nuevos desarrollos del área.

Análisis comparativo de programas educativos:

- Una fortaleza es la duración apropiada, un buen número de alumnos sale en tiempo. La mayoría de los programas externos son de mayor duración. Tenemos el número justo de créditos obligatorios para formar el perfil de egresado en un estudiante, mientras que una especialización muy particular la obtienen en posgrado o en la industria donde trabaje el egresado.
- Nuestro programa tiene una amplia flexibilidad curricular y académica, pero deben de respetar se las materias integradoras con seriación. Y de los cursos optativos, consideramos que un buen porcentaje debe ser de especialidad. Estamos bajos en el desarrollo de unidades de aprendizaje con apoyo de las TIC por lo que es necesario introducir cursos con apoyo de las TIC.
- El perfil de egreso es congruente a los programas educativos de la disciplina, se responde a las demandas regionales e internacionales. El campo ocupacional es congruente a la disciplina en industria de servicios médicos y biotecnología, pero además contamos con fabricación de equipo médico y la industria de manufactura. Debido a lo corto del programa, y a que la optatividad no está condicionada a cursos de especialidad, no se puede asegurar que egresen llevando competencias particulares derivadas de los avances en las disciplinas.

Análisis de referentes nacionales e internacionales:

- Se tiene autoevaluación CIEES y Nivel 1 logrado. Existen oportunidades de mejora, que fueron presentadas en el Informe de evaluación CIEES por la Comisión de Pares Académicos Externos (CPAE) y los miembros del Comité Interinstitucional que deben ser atendidos con el objeto de mejorar el programa. Todavía no se tiene una acreditación internacional, pero en este proceso de reestructuración se busca cumplir con el número de horas por eje de conocimiento según CACEI 2018.
- Por ausencia de programas similares, no hay EGEL de Bioingeniería que nos pueda medir el desempeño de los egresados como instrumentos de evaluación externa de conocimientos, habilidades y competencias.

Fundamentos y condiciones de operación de los programas educativos:

- La matrícula se ha incrementado en cada ciclo académico y tiende a mantenerse la demanda. Es necesario reforzar la operación del Programa Educativo para mantener la calidad. Se requiere fortalecer la parte de personal técnico para laboratorios pues no hay personal de planta encargado del laboratorio.
- La misión y visión del Programa Educativo está en congruencia con la institución y define las acciones generales de la coordinación. Falta difusión de la misión y visión del PE ya que no todos los alumnos conocen que existe una misión y visión específica de Bioingeniería. De manera sostenida ingresa un grupo de alumnos por sede cada semestre. Los mecanismos de selección no aseguran todas las características del perfil de ingreso.
- Algunas competencias del perfil de ingreso no son exigidas (inglés, computación y biología). Es una oportunidad para la ampliación de proyectos aplicados por el PE, ya que los recursos son insuficientes y en ocasiones no son oportunos.
- La compra y reparación de equipo de laboratorio de las unidades de aprendizaje se ha visto limitada, así como el apoyo a la movilidad de estudiantes.

Metodología general para la evaluación del currículo específico y genérico:

- El PE de Bioingeniería atiende una necesidad actual en la sociedad de profesionales en el área de Bioingeniería a través desarrollar el perfil de egreso de los estudiantes. La seriación y carga de materias permite el desarrollo del perfil de

egreso de los estudiantes de Bioingeniería. Hay un número de asignaturas optativas con las que un estudiante se especializa en un área terminal.

- El área de Bioingeniería es amplia y aumenta en conocimiento nuevo, pero los créditos obligatorios del programa alcanzan justo para la fundamentación de la disciplina. La distribución de asignaturas prácticas y teóricas está de acuerdo a las recomendaciones de organismos evaluadores externos. Se tiene congruencia vertical y horizontal en las asignaturas con una seriación vigilada por los tutores.

  La seriación casi nula dificulta la elección de cursos y la continuidad del aprendizaje en cada ciclo. Algunas asignaturas tienen una proporción teórica-práctica difícil de cumplir por falta de laboratorio especializado.
- Las asignaturas actuales garantizan el cumplimiento del perfil de egreso de los estudiantes de Bioingeniería. Se debe actualizar el contenido temático de las unidades de aprendizaje para incorporar el nuevo conocimiento de la Bioingeniería. Aunque esta actualización no sea en respuesta inmediata a las competencias y conocimientos emergentes del campo laboral. Los métodos de enseñanza aprendizaje se adecúan a las competencias del PE de Bioingeniería.
- Se usan los mecanismos de gestión de recursos económicos para mantener lo necesario para realizar las prácticas correspondientes a todas las unidades de aprendizaje. Hacen falta espacios y equipos para cubrir la totalidad de las prácticas correspondientes a todas las unidades de aprendizaje, y para las actividades del personal académico. Se han desarrollado estrategias de uso de material didáctico virtual a través de la plataforma de educación electrónica Blackboard como alternativa a los procesos tradicionales de enseñanza-aprendizaje. Se debe incrementar la capacitación en la utilización de TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como fomentar su utilización, ya que es bajo el manejo de TICs por parte de los docentes del PE. El alumno desconoce las ventajas de la utilización de TICs en las diferentes unidades de aprendizaje.
- La UABC sitúa al alumno como el centro de los esfuerzos institucionales ofreciéndole una gama de posibilidades para su formación integral, a fin de que logre el desarrollo de todas sus potencialidades. Se debe hacer más difusión sobre el esquema de actividades optativas de formación integral. Los estudiantes del PE

tienen la posibilidad de tomar cursos de idiomas que oferta la UABC a través de diferentes medios. Se deben de ofertar cursos en el idioma inglés, con la infraestructura y material necesarios. Son pocos los cursos ofertados por el PE en idioma extranjero. Se debe sensibilizar al alumno sobre la necesidad de dominar un segundo idioma. El dominio del inglés es determinante en el área de Bioingeniería.

Tránsito de los estudiantes por el Programa Educativo:

- La promoción para dar a conocer el PE de Bioingeniería es acertada, ya que se utilizan los diferentes medios escritos y electrónicos, la Expo UABC y la convocatoria anual de nuevo ingreso. La información del Programa Educativo de Bioingeniería se encuentra en la página de internet de las respectivas sedes, además de utilizar páginas de Facebook para promocionar el PE.
- Se cuenta con un curso de nivelación para los alumnos de nuevo ingreso, además de existir de manera permanente un programa de asesorías para regularizar el rendimiento académico. Un inconveniente es que no es obligatorio el curso de nivelación para el nuevo ingreso, por lo que aún es necesario aumentar el uso de la modalidad de asesorías para nivelación académica. Se cuenta con un examen de ingreso al área de ingeniería, y además un examen de diagnóstico durante el curso de inducción. En el examen de ingreso, el puntaje mínimo requerido para ser admitido es muy bajo y no se evalúa todo el perfil de ingreso.
- Con la información académica de los estudiantes se generan indicadores de seguimiento que permite tomar decisiones para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Falta sistematizar el seguimiento de los indicadores de los PE para identificar áreas de oportunidad y atender oportunamente las recomendaciones de los organismos acreditadores. No se generan continuamente estos índices de seguimiento académico y hace falta seguirlos en tiempo real. Esto ayudaría a investigar las causas de la deserción, la evolución de abandono o deserción por cohorte, el rezago por cohorte y las asignaturas o unidades de aprendizaje más reprobadas. Estos indicadores se han mantenido en un mismo valor promedio durante los ciclos escolares y requieren mejorarse.

- Se ha incrementado el número de alumnos que participan en las convocatorias de movilidad para cursar asignaturas en universidades nacionales y extranjeras. Pero aun así falta promover el mecanismo institucional de fomento al intercambio y estancias de estudiantes a través de la Coordinación de Cooperación Internacional e Intercambio Académico. La información de apertura de las convocatorias de movilidad se da con poco tiempo de anticipación para realizar los trámites administrativos. Falta también información sobre el choque cultural que enfrentan los alumnos.
- La tutoría le permite al estudiante la planeación y desarrollo de su proyecto académico y profesional, a través del acompañamiento de un tutor, quien respeta en todo momento la libertad del estudiante en la toma de las decisiones de su trayectoria académica. Es conveniente contar con más PTCs en el programa, pues el alto número de alumnos tutorados por PTC hace difícil la reunión periódica durante el ciclo, además que se atendería el aumento en la matrícula de nuevo ingreso.
- La UABC cuenta con un programa de orientación educativa y psicológica que brinda a través del departamento psicopedagógico de las Facultades, donde se ven aspectos como orientación vocacional, atención a problemas personales, familiares o de salud. Falta dar un seguimiento del estado de los estudiantes del PE que pueda prevenir deserción escolar.
- Los programas de prácticas profesionales impactan de manera favorable en el desarrollo del perfil de egreso de los estudiantes. Es necesario registrar más unidades receptoras afines al PE, ya que en alguna de las sedes existen pocos programas que se oferta a los estudiantes.
- La eficiencia terminal es aceptable y un porcentaje de los alumnos terminan sus estudios en 4 años, y de acuerdo al modelo educativo de la UABC, los alumnos del PE de Bioingeniería, concluyen sus estudios dentro de lo establecido en el Estatuto Escolar. Se debe planificar de mejor manera las estancias de movilidad que realizan los estudiantes para que no impacte con una mayor duración dentro del programa. La eficiencia terminal necesita mejorarse. La eficiencia de titulación en relación al ingreso se encuentra por arriba de la media nacional. Y aunque una gran mayoría

de los alumnos que terminan sus créditos obtienen su título profesional, se deben fomentar las diversas opciones de titulación que existen en el PE. Y en especial usar el criterio de programa de buena calidad para titularse. Faltan también mecanismos para mejorar el rendimiento académico en el tronco común ya que es donde existe principalmente la deserción y rezago.

- Los programas de servicio social profesional son pertinentes y el alumno adquiere conciencia social y profesional del uso de sus habilidades, actitudes y conocimientos. Es conveniente incrementar las unidades receptoras de estudiantes del PE y falta realizar evaluación de los resultados.
- Todas las sedes en donde se oferta el PE cuentan con acreditación por CIEES y es necesario atender las observaciones de los CIEES. No existe un examen de egreso aplicado por organismos externos para el área de Bioingeniería. Los alumnos han participado y obtenido reconocimientos en diversos eventos académicos congruentes al desarrollo de su perfil de egreso. Es conveniente encontrar los eventos estudiantiles icónicos de la bioingeniería y dar difusión de convocatorias de eventos nacionales e internacionales. Pero un problema es la falta de recursos económicos para apoyar la participación en eventos.
- Los empleadores opinan que los egresados se desempeñan satisfactoriamente en el ámbito laboral y de posgrado, y que sí hay coincidencia entre sus actividades y el perfil de egreso. Y los egresados también opinan que es necesario actualizar la oferta de materias optativas que den cumplimiento a la demanda laboral actual y fomentar la actualización de conocimientos a través de especializaciones o estudios de posgrado.
- Falta más información sobre la opinión de un mayor número de empleadores. La vinculación con los empleadores y con los egresados es escaza. Se debe incrementar las materias obligatorias que coincida con la vocación laboral del estado de Baja California, en especial, los empleadores proponen materias de calidad, administración y manufactura, así como de especialidad. Los alumnos del PE se desarrollan de manera competente gracias a los conocimientos, habilidades, actitudes y valores desarrollados durante sus estudios. Se pueden usar unidades de aprendizaje optativas para lograr una mayor especialización en áreas terminales.

Personal académico, la infraestructura y los servicios:

- El cuerpo docente que atiende al Programa Educativo se considera competente, el 81% de los PTC tienen el grado de Doctor. Aunque hace falta contratar más PTCs hasta sostener un indicador ideal de matrícula/PTC. La relación PTC/alumno es de 1/28, mientras que el PRODEP recomienda que sea de 1/25. Es un asunto de preocupación el no poder mantener los indicadores de calidad por un aumento en la matrícula. Se debe generar un plan formal de formación para los PTC sin grado de doctor. Se requiere que todos los PTC obtengan el grado de doctor para lograr indicadores nacionales e internacionales de calidad educativa. El 100% de los PTC posee buenas herramientas docentes y conocen el modelo educativo por competencias de la universidad. Los PTC con menor antigüedad y menos cursos acreditados continuarán profesionalizándose. Falta más participación de los maestros en los cursos del Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente para mejorar herramientas docentes.
- Un alto porcentaje de los PTC participa en producción académica y en proyectos de investigación. Se tiene un buen número de publicaciones en promedio por PTC. Asimismo, se requiere estimular la innovación tecnológica que permita la producción de prototipos y elementos de producción industrial. Faltan más publicaciones que tengan el factor de impacto requerido por CONACYT para propiciar la incorporación de los profesores al SNI. Las bibliotecas están bien equipadas y cuentan con espacios adecuados para uso y consulta del material. Se cuenta con un excelente servicio, buenas instalaciones y cuidado del acervo. Es una tarea habitual el actualizar el acervo bibliográfico, ya que la acreditación exige estar pendientes de bibliografía actualizada. Se requiere llevar un seguimiento de las estadísticas de usos de bibliotecas electrónicas, para tener un buen diagnóstico e implementar las estrategias adecuadas para estimular su uso. Falta mayor número de ejemplares en la biblioteca con sede en Valle de las Palmas.
- El impacto de las academias ha sido positivo para mejorar el contenido de las clases, ya que se han revisado los apuntes de las materias, los manuales de prácticas y diversos materiales que se desarrollan en las diversas clases. Aunque la asistencia de los maestros a los cuerpos colegiados no es constante y esto hace

que no haya un seguimiento propicio en los proyectos que se llevan a cabo. Las LGAC de los CAs están muy relacionadas con las de especialización del PE. El impacto es directo ya que los alumnos pueden participar en estas investigaciones a través de ayudantías en investigación y tesis. Falta promover más la investigación y publicación de artículos JCR. Es necesario consolidar los CAs que impactan en el Programa Educativo de Bioingeniería.

- La cantidad de aulas donde se imparten las materias puramente teóricas son suficientes y están bien adecuadas para su uso. Los campi poseen espacios básicos para funcionar lo que permite mantener la organización de los horarios y espacios disponibles. Pero es necesario habilitar espacios amplios, equipados con tecnologías de enseñanza para impartir clases que precisen equipos de cómputo, ya que hay falta de aulas con tecnología educativa y equipos de cómputo para materias con gran número de alumnos. El programa se ha quedado rezagado en cuanto a los avances y cambios en la nueva tecnología computacional usada en la enseñanza, el aprendizaje y la gestión escolar.
- Existe la disposición de profesores y estudiantes para el trabajo en línea con software especializado bajo un esquema de seguridad y plan de contingencia. Aunque hace falta salón de cómputo, así como de equipos de cómputo e Impresoras, y poder actualizar anualmente todas las licencias de software. La falta de seguridad de los datos y falta de contingencia, así como los costos de mantenimiento de equipo de cómputo obsoleto llevan a una pérdida de productividad en el Programa Educativo.
- Se cuenta con cubículos para el trabajo individual, pero se tiene poco espacio para trabajo colaborativo. Falta de mejores equipos de cómputo y se ocupa aire acondicionado en los espacios de trabajo. Se cuenta con espacio para prácticas básicas de laboratorio, pero no hay un programa de mantenimiento para reparar las fallas de equipo de laboratorio, o reemplazar equipo de cómputo obsoleto. Se tiene equipo de laboratorio envejecido para prácticas de instrumentación biomédica y biotecnología, se requiere renovar equipo de laboratorio y mobiliario. Hay falta de espacios de laboratorio que atienda el aumento de la matrícula, y en donde se puedan incorporar con aplicaciones didácticas los avances de la ciencia y la

tecnología de la disciplina. Se abastece cada semestre los insumos necesarios para la realización de prácticas (reactivos, material, instrumental y herramienta) en función de la matrícula de alumnos y la cantidad de prácticas y ejercicios por asignatura. Pero no hay personal de planta encargado de los espacios de laboratorio, es necesario contratar de planta a personal encargado de laboratorios.

- Los docentes poseen experiencia en la elaboración de material didáctico. Estos materiales didácticos impresos y electrónicos son aprovechados por los estudiantes de las diferentes asignaturas. Pero aún se requiere sistematizar apuntes y presentaciones de más asignaturas y certificarlos mediante las academias. Existe un agradable ambiente laboral, y la disposición de colaborar de los integrantes del Programa Educativo. Aunque faltan espacios para reuniones de trabajo docente colaborativo y salas de maestros para profesores de asignatura, que muy bien pudieran mantener el trabajo de la academia en condiciones ambientales físicas y evitar riesgos psicosociales.
- Las condiciones generales de los salones de clase son adecuadas, están limpios y funcionales. Existen sanitarios suficientes y agua potable, así como mantenimiento institucional de aire acondicionado. Pero a veces hace falta de limpieza en los sanitarios, Falta de reflejo de la cultura organizacional. La cultura organizacional establece compromiso con la seguridad de personas y bienes No permitir el acceso a personal que no se identifique como empleado/alumno universitario Falta almacén de residuos tóxicos y programa institucional de eliminación de desechos. Falta de rampas y pasa manos. Falta iluminación en la noche y video vigilancia.

  Falta de acción preventiva para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La información que servicios escolares proporciona al alumno es suficiente, oportuna, completa y veraz, y el proceso de reinscripción es equitativo y de fácil acceso. Falta hacer una mayor difusión. Apagones y fallas técnicas esporádicas en la red informática
- Los trámites para el egreso y la titulación son eficientes. Se mantiene actualizado normas y expedientes de estudiantes. Los alumnos no conocen todas las

modalidades de formación ni de titulación. Falta mayor número de programas deportivos y culturales en Valle de las Palmas. Las becas a estudiantes han ayudado a mejorar los índices de deserción y rezago. Falta más difusión y orientación oportuna sobre las becas.

- Los vínculos con el sector externo brindan a los egresados orientación para el tránsito a la vida profesional y oportunidades de empleos relacionados con el Programa Educativo. Oportunidad para sistematizar los procesos y procedimientos de vinculación, Falta seguimiento de egresados Baja contratación de egresados.

6 PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA LA MODIFICACIÓN O ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA EDUCATIVO.

A partir de los estudios y evaluaciones, se han determinado una serie de propuestas y recomendaciones para una modificación del plan de estudios. Es importante señalar que el plan de estudios actual ha resultado eficaz en preparar Bioingenieros para la sociedad de Baja California. Pero además es uno de los programas más recientes de las ingenierías, que nació con su plan 2009-2, por lo que es necesario terminar de consolidar el planteamiento inicial del Programa Educativo de Bioingeniero para que se mantenga vigente y de buena calidad.

Si bien, dentro de las secciones trabajadas se enlista una serie de fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, en esta sección se plantean propuestas y recomendaciones para atenderlas y que requiere considerar una modificación del programa. Se propone los siguientes puntos de mejora del plan de Bioingeniero:

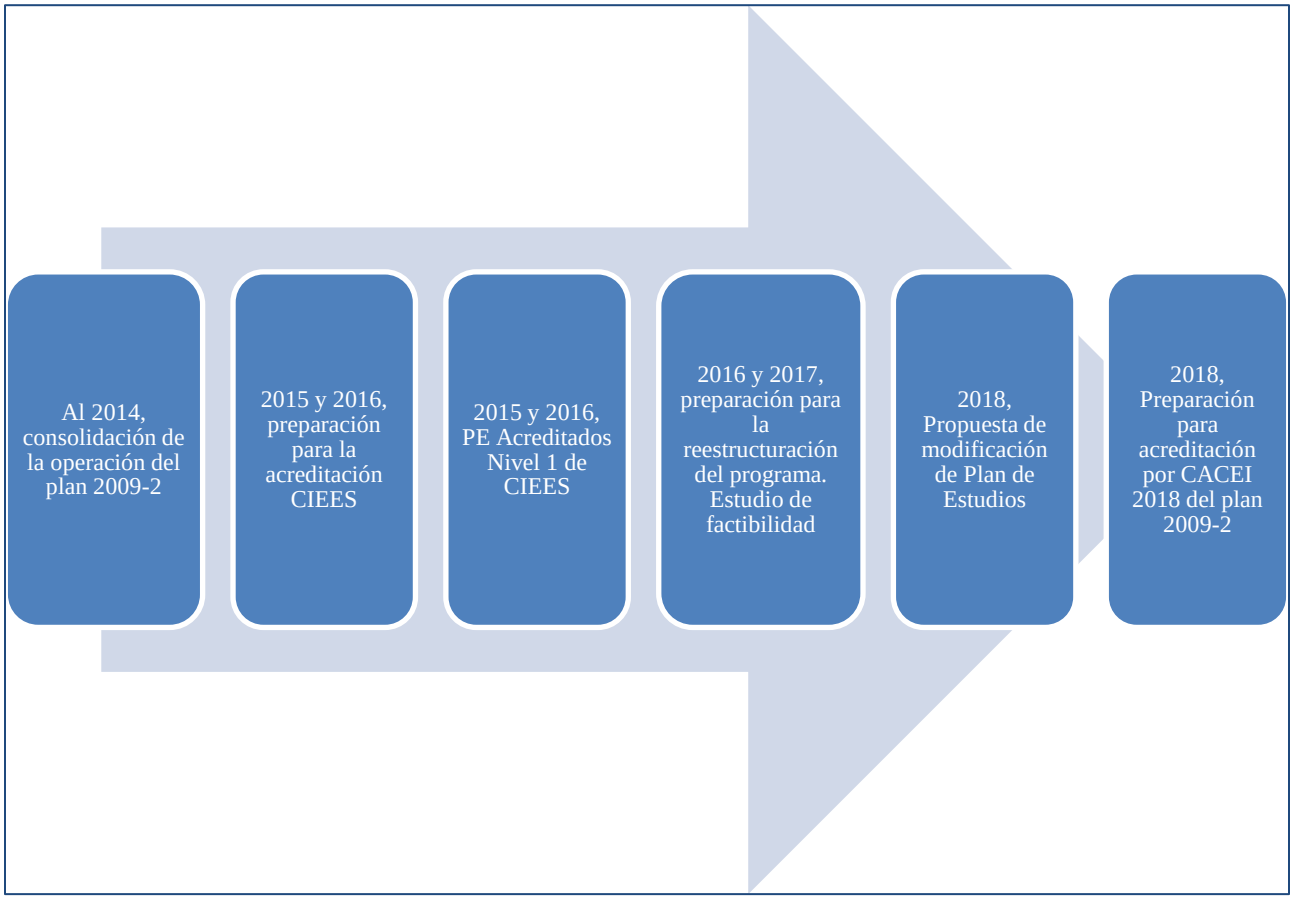
- Habilitación de equipamiento para prácticas, completar espacios de laboratorio y contar con licencias de software.
- Crear optativas de especialidad para atender campos emergentes.
- Aumento de la planta de tiempo completo para cumplir recomendaciones de CIEES; y mejorar la atención de tutorías y asesorías a los alumnos según el modelo educativo de la UABC.
- Ofertar materias en inglés, con miras a lograr cultura de internacionalización.
- Establecer un examen integrador como parte del egreso del estudiante, donde se considere las áreas de especialidad de Ingeniería Biomédica, Biotecnología, Administrativas, y Manufactura y Calidad. Esto como alternativa al no existir un examen de egreso (ejemplo: EGEL) que evalúa competencias del egresado de bioingeniería.

- Convertir unas materias optativas a materias obligatorias para asegurar competencias del perfil de egreso, que han sido solicitadas por demanda externa y de egresados.
- Reorganizar la secuencia y seriación del mapa curricular, apoyados en las etapas de formación y las áreas de conocimiento, manteniendo un equilibrio teórico-práctico que responda al marco de referencia 2018 de CACEI y a la acreditación internacional de ABET.
- Asegurar el perfil de ingreso en el examen de selección, o si no se puede, considerar en el Tronco Común mejorar habilidades de computación e inglés, con miras a lograr competencias internacionales.
- Que el segundo idioma sea exigible para entrar al Programa Educativo, de preferencia inglés para ir acorde a la demanda de empleadores y egresados.
- Incluir un seminario de mercado laboral en la etapa terminal, que presente experiencia profesional como aplicación real en el ámbito de la bioingeniería (sugerencias de egresados para la actualización del diseño curricular).
- Incluir curso, preferentemente de fundamentos, en la currícula después del Tronco Común, para atender los avances en conocimiento de la disciplina.
- Contratar a personal técnico que se encargue del laboratorio.

Resumen Ejecutivo

Ha habido un proceso en el desarrollo del PE de Bioingeniero hasta llegar a una nueva propuesta de Plan de Estudios. En la Figura 10 a continuación se resumen las acciones a manera de progresión en el tiempo de los pasos de mejora continua.

Figura 10: Proceso de Mejora Continua del PE de Bioingeniería



En este trabajo se presenta la metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación o actualización del Programa Educativo de Bioingeniero. Dicho trabajo involucra dos evaluaciones, la evaluación externa e interna del Programa Educativo.

En la primera parte, se analiza la pertinencia social del Programa Educativo, estableciendo las necesidades sociales a las que responde, el mercado laboral, a los

egresados, y la oferta y demanda. Los estudios de referentes del Programa Educativo contemplan varios análisis entre ellos una prospectiva de la disciplina, de la profesión, un comparativo entre programa similares y los referentes nacionales o internacionales del programa educativo en materia de requerimientos de calidad.

En la segunda parte del estudio diagnóstico se evalúa internamente los fundamentos y condiciones de operación del Programa Educativo, la evaluación de su curricular (específica y genérica), el tránsito de sus estudiantes, y personal, infraestructura y servicios con los que cuenta.

En la elaboración de este estudio, participaron de manera colegiada los diversos actores que interactúan dentro y fuera del programa. Dirigidos por las coordinaciones del Programa Educativo, que en su caso se hizo de manera homologada a través de las tres coordinaciones existentes en la Universidad Autónoma de Baja California en las Unidades Académicas: Facultad de Ingeniería Mexicali (FIM), Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño (FAD) y la Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (ECITEC). Cabe mencionar la importancia de la Coordinación de Formación Profesional y Vinculación Universitaria y de las respectivas autoridades que lideraron este proceso. Este documento es resultado de diversas mesas de diálogo, cuyos propósitos se fundan en la actualización o modificación curricular.

Como resultado, el Programa Educativo es pertinente socialmente, responde a necesidades sociales actuales, debido a que con el desarrollo de competencias establecidas en el plan de estudios contribuye con el diseño y generación de equipos, dispositivos y materiales de uso biomédico, biotecnológico y medio ambiental; a proponer y gestionar espacios físicos, sistemas tecnológicos e informáticos de función biomédica, biotecnológica e industrial; a diseñar e implementar estrategias de generación de bioprocesos; y a gestionar recursos humanos, materiales y financieros, en el diseño, manufactura, comercialización, equipamiento de productos y servicios de la bioingeniería.

A nivel estatal y nacional la profesión se encuentra entre las carreras con buen crecimiento en el mercado. Sus egresados se han insertado en diversos sectores público y privado con niveles de satisfacciones muy elevados expresados por los empleadores, donde más del 87.7% de los egresados establece que están satisfechos con la formación recibida. Respecto al análisis interno, es necesario mencionar que del 2015 el Programa Educativo de todas las unidades académicas han sido reconocidos por su calidad con el Nivel 1 por parte de CIEES. Es necesario solventar una serie de recomendaciones, en principio reestructurar el plan de estudios y someterlo de manera periódica a los procesos de actualización sin descuidar el grado de flexibilidad adecuado, así como continuar hacia la acreditación internacional.

En general, el plan de estudios es pertinente en el contexto económico y social nacional actual, sin embargo, se plantea una reestructuración con carácter de “modificación” derivada de las nuevas tendencias temáticas y necesidades sociales, principalmente expuesto en un reajuste curricular ya sea el integrar, formalizar, reorientar unidades de aprendizaje; así como establecer la obligatoriedad de examen de egreso y la incorporación de la variable segundo idioma más activamente.

Referencias

ANUIES, http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior

Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas), (2008, June), Print version ISSN 1414-4077On-line version ISSN 1982-5765. Avaliação (Campinas) vol.13 no.2 Sorocaba

La educación superior en México tendencias y desafíos, Yazmín Cruz López; Anna Karina Cruz López

BIOTEC de VaNTH– G. Baorol et al., Development of Challenge-Based Educational Modules in the Biotechnology Domain. Int. J. Engng Ed. Vol. 23, No. 1, pp. 171-183, 2007

Camarena, B.O., Velarde, D. (2009, Noviembre), Educación superior y mercado laboral: vinculación y pertinencia social ¿Por qué? y ¿Para qué? Estudios sociales, 17

Castro, S., Soria, J., & Plascencia, I. (2013), Inventario de capacidades públicas y privadas en biotecnología. Reporte de campo

Guruprasad Madhavan, Barbara Oakley, Luis Kun. (2008). Career Development in Bioengineering and Biotechnology. Estados Unidos de America: Springer.

CIEES (2014), Documento de evaluación CIEES-Bioingeniería Ensenada

CIEES (2015), Documento de evaluación CIEES-Bioingeniería Mexicali

CIEES (2016), Documento de evaluación CIEES-Bioingeniería Valle de las Palmas

CIEES (2015), Principios y estándares para la evaluación de programas educativos en las instituciones de educación superior. México: Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior.

Clúster de Productos Médicos de las Californias (2013), https://www.industriamedica.org/

CONACYT - Agenda del área Biotecnología (2015) - Agendas Estatales de Innovación http://www.agendasinnovacion.org/wp-content/uploads/2015/01/4.2-Agenda-del-%C3%A1rea-Biotecnolog%C3%ADa1.pdf

CONACYT, Gobierno de la Republica, México, Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2014-2018, Capítulo II Alineación a las Metas

Nacionales. http://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/631-3-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2014-2018/file

CSEGE, Coordinación de servicios estudiantiles y gestión escolar. (2018). Registro de estadística poblacional. 24/marzo/2018, de UABC Sitio web: http://csege.uabc.mx/web/csege1/estadisticas1

Díaz, J.J., Educación superior en el Perú: tendencias de la demanda y la oferta. En Análisis de programas, procesos y resultados educativos en el Perú: contribuciones empíricas para el debate. Lima: GRADE (2008). ISBN 978-9972-615-46-7

Educación BC http://www.educacionbc.edu.mx/publicaciones/estadisticas/

El economista (2017), Baja California detona el sector turismo de salud. http://eleconomista.com.mx/estados/2017/05/25/baja-california-detona-sector-turismo-salud

Gaceta UABC, http://gaceta.uabc.edu.mx/notas/academia/realizan-investigacion-para-incentivar-industria-de-biotecnologia-en-baja-california

Genoma España. (Noviembre de 2006), *Impacto de la Biotecnología en los sectores industrial y energético.*

Guía Metodológica para la Creación, Modificación y Actualización de los Programas Educativos de la Universidad Autónoma de Baja California (2010, Febrero)

Gobierno de Baja California (2015), Invest in Baja. Sitio web: http://www.investinbaja.gob.mx/es/industrias/alimentos-bebidas

Gobierno de Baja California (2015), Invest in Baja. Sitio web: http://www.investinbaja.gob.mx/es/industrias/electronica

Gobierno de Baja California (2015), Invest in Baja. Sitio web: http://www.investinbaja.gob.mx/en/industries/biotechnology

Gobierno de Baja California (2015), Oportunidades BC, Sitio web: http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/nuestro_estado/municipios/mexicali/mexicali.jsp

Gobierno de Baja California, Productos y Dispositivos Médicos (2016), http://www.investinbaja.gob.mx/es/industrias/productos-dispositivos-medicos

Gómez, D. T., López, D., Quintero, J. C. S. R., Anduaga, G. C. H., Ortiz, R. R., & Barrón, M. A. Z. (2013), Clúster de productos médicos de Baja California.

Griffith, L.G., Grodzinsky, A.J. (2001), Advances in Biomedical Engineering, Journal of American Medical Association, Vol. 285, pp. 556-561

Health Universitat de Barcelona Campus**,** Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC) http://hubc.ub.edu/es/entidades/mapa-actores/instituto-de-bioingenieria-de-cataluna-ibec

Hendee, W.R., Chien, S., Maynard, D., Dean, D.J. (2002), The National institute of Biomedical Imaging and Bioengineering: History, Status, and Potential impact. Radiology, 222 (1)

IEEE Pulse, BME Trends Around the World, Shanbao Tong and Debdoot Sheet, From baby x to frugal technologies, here's what biomedical engineers are excited about in 2015. http://pulse.embs.org/january-2015/bme-trends-around-world/

Kelly, S. M. (2014), In google fit vs. apple healthkit, fitness apps stay neutral.

Lagarda, A. (2001), La educación superior y el mercado de trabajo profesional. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Vol. 3, Num 1

Lange, B., Chang, C. Y., Suma, E., Newman, B., Rizzo, A. S., & Bolas, M. (2016), Engineering in medicine and biology society, EMBC. In *2011 Annual International Conference of the IEEE*

Madhavan, Guruprasad, Oakley**,** Barbara, Kun, Luis (2008), Career Development in Bioengineering and Biotechnology ,Springer Science

Médicos, D. (2014), Unidad de inteligencia de Negocios. *PROMEXICO, Secretaría de Economía*.

MODERN MACHINE SHOP (2015), La manufactura de dispositivos médicos en México. http://www.mms-mexico.com/art%C3%ADculos/la-manufactura-de-dispositivos-mdicos-en-mxico

OECD (15 de Abril de 2009), *The Bioeconomy to 2030. Designing a policy agenda.* http://www.keepeek.com/Digital-AssetManagement/oecd/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886en#page1

Ortiz, A., Zapata, C. F. B., & Ortiz, F. C. F. A. (2002), *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: Retos y oportunidades* (No. TP 248.195. M6. B57 2002)

Osorno, J. B. (1994), La bioingeniería, técnica interdisciplinaria. *Medicina UPB*, *13*(2), 161-168

Poblet, José Mompín (1988), *Introducción a la Bioingeniería*. Marcombo

PROMÉXICO-Secretaría de Economía (2016), Diagnóstico sectorial de Biotecnología, Unidad de Inteligencia y Negocios

Quezada, F. (2006), Commercial biotechnology in Latin America: Current opportunities and challenges. *Journal of Commercial Biotechnology*, *12*(3), 192-199

Rebolledo, J. L. S., Ibarra, R. C., & Cruz, J. D. G. Experiencia y aprendizaje en la elaboración de las agendas estatales de innovación de la región norte de méxico. *Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"(UCLA) Decanato de Ciencias Económicas y Empresariales (DCEE) Centro de Investigación (CI-DCEE)*, 126.

Schmelkes, S. (2005), Educación Superior Intercultural. El caso Mexicano. IESALC/UNESCO, Caracas, Venezuela. https://www.ses.unam.mx/curso2015/pdf/11sep-Schmelke-02.pdf

Secretaria de Salud, Programa Sectorial de Salud 2007-2012 sección 1 programa sectorial de salud 2007-2012 http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/pro170108.pdf

Secretaría de salud subsecretaría de integración y desarrollo del sector salud, dirección general de evaluación del desempeño observatorio del desempeño hospitalario 2011.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/58337/ODH_2011.pdf

SEE ciclo 2013-2014.

ttp://www.educacionbc.edu.mx/publicaciones/estadisticas/2014/index.htm

Serna, A. y Castro, A. (2018). *Metodología de los estudios de fundamentación para la creación, modificación o actualización de programa educativos de Licenciatura*. México: UABC.

en SOMIB, Mex, http://somib.org.mx/Documentos/

Tec Mexicali, http://www.itmexicali.edu.mx/carreras/iq.html

Tec Mexicali-estadísticas http://www.itmexicali.edu.mx/estadisticasITM/desinst/estadisticas/

Tec Tijuana, http://tectijuana.edu.mx/ing-biomedica/

Trejo, S. (2010, Agosto), La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo", Centro de estudios de biotecnología aplicada del Instituto Politécnico Nacional

Universidad Autónoma de Baja California. ([UABC], 2013). *Modelo educativo de la UABC.* México: Autor.

Universidad Autónoma de Baja California. (2017). *Estatuto General de la Universidad Autónoma de Baja California.* México: Autor.

UPP: http://www.upp.edu.mx/ofertaeducativa/wpcontent/uploads/2015/04/bioingenieria_liquidacion.pdf

Verdonck, P. (2008), Advances in Biomedical Engineering, Ed. Elsevier

World Health Organization (2012), Evaluación de tecnologías sanitarias aplicada a los dispositivos médicos.

World Health Organization (2012), Evaluación de las necesidades de dispositivos médicos.

Young (2006), Comparisons of 'Bio'-type Engineering Undergraduate Curricula from Agricultural, Medical and Chemical Origins. RE Young - International Journal of Engineering Education

Anexos

Universidad Autónoma de Baja California

Programa de Re-Estructuración Curricular del área de INGENIERÍAS

ENCUESTA DE EMPLEADORES

Las preguntas obligatorias están marcadas con *

1a parte: DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

1.- Nombre del encuestado

2.- Puesto que desempeña dentro de la empresa: *

( ) Administración

( ) Ingeniería

( ) Gerencia

( ) Recursos Humanos

( ) Otro

3.- Nombre de la empresa o institución:*

4.- Ubicación de la organización:

( ) Mexicali

( ) Tijuana

( ) Ensenada

( ) Tecate

( ) Playas de Rosarito

( ) Otro

5.- Tamaño de la Empresa:*

( ) Micro **(1 a 10 empleados)**

( ) Pequeña **(De 11 a 50 empleados)**

( ) Mediana **(De 51 a 250 empleados)**

( ) Empresa **(Más de 250 empleados)**

6.- Sector económico al que pertenece la empresa: *

( ) Publico

( ) Privado

( ) Institución

( ) Otra

7.- Por favor, enumerar del 1 al 5 el grado de importancia, siendo 1 el más importante y el 5 el menos importante. Las cualidades que deben caracterizar a un recién egresado:

( ) Domino del idioma inglés (Tecnicismos, comprensión de lectura, redacción o composición escrita, etc.).

( ) Valores (Responsabilidad, Honestidad, respeto, puntualidad, honradez, etc.).

( ) Habilidades y actitudes (Trabajar en equipo, manejo de paquetería de computo, actitud positiva, etc.).

( ) Conocimientos técnicos (en ingeniería y manejo de laboratorios).

( ) Experiencia profesional (Prácticas profesionales, proyectos de vinculación con valor de créditos, estancias en empresas, etc.)

( ) Administración (Planeación, organización, comunicación).

( ) Otro

2a parte: PERFIL GENERAL DEL INGENIERO

8.- De las siguientes habilidades y actitudes de su personal de ingeniería egresado de la U.A.B.C., identifique las 5 más valiosas para su organización (Siendo el 1 el más importante y el 5 el menos importante)	
Comunicarse efectivamente (de forma oral, escrita y en presentaciones).	
Resolución de problemas.	
Propuestas de mejoras continuas.	
Administración del tiempo.	

Trabajar en equipo y saber escuchar a los demás.	
Manejo de paquetería de cómputo.	
Recopilación y análisis de datos.	
Manejo de personal y liderazgo.	
Capacidad de trabajar por objetivos.	
Relacionarse con superiores y compañeros.	
Adaptarse a situaciones cambiantes.	
Optimización de recursos	
Perseverancia	
Seguir instrucciones y órdenes	
Afán de superación y aprendizaje a lo largo de toda su vida.	
Proactiva	
Positiva	

9.- De los siguientes valores de su personal de ingeniería egresado de la U.A.B.C., identifique los 5 más valiosos para su organización (Siendo el 1 el más importante y el 5 el menos importante).	
Ética	
Respeto	
Empatía	
Justicia	
Honradez	
Responsabilidad	
Lealtad	
Puntualidad	
Flexibilidad	
Tolerancia	
Tenacidad	
Solidaridad	
Perseverancia	

Conciencia Ambiental y de Sustentabilidad	

3a parte: PERFILES ESPECÍFICOS DE INGENIERÍA

10.-Marque que disciplina particular tienen los ingenieros en su organización

( ) Ing. Electrónica	( ) Ing. Computación	( ) Ing. Eléctrica
( ) Ing. Software	( ) Ing. Mecánica	( ) Ing. Industrial
( ) Ing. Civil	( ) Ing. Mecatrónica	( ) Bioingeniería
( ) Ing. Aeroespacial	( ) Ing. Automotriz	( ) otros_____

Específicas (Pestaña de Selección)

11¿Cuántos egresados y estudiantes del Programa Educativo de Bioingeniería han estado laborando en sus instalaciones? *

( )1 a 5

( )5 a 10

( ) 10 a 15

( )15 o más

12.- El perfil del egresado en Bioingeniería dice: "*es un profesionista capaz de aplicar los conocimientos científicos, tecnológicos, humanísticos y de gestión para dar solución a las problemáticas de su propia disciplina. Generar equipos e instrumentos de uso biomédico, biotecnológico, medio-ambiental y acondicionar espacios físicos para uso biomédico y bioindustrial. Diseñar e implementar estrategias de producción de biocatalizadores, biomateriales y bioprocesos, así como de tratamiento de la contaminación y prevención del deterioro ambiental y participar en la gestión, administración y generación de empresas en el área de la bioingeniería*".

¿Considera que los egresados de la UABC cumplen con el perfil anteriormente mencionado?

( ) Totalmente de acuerdo

( ) De acuerdo

( ) Neutral

( ) Desacuerdo

( ) Totalmente en desacuerdo

Si está en desacuerdo, ¿Indicar el por qué?

13.- Enumere en base a los CONOCIMIENTOS Y CAPACIDADES que se indican, ¿cuáles son los más importantes que debe de poseer un Bioingeniero? **Siendo el 1 el más importante y el 5 el menos importante**	
Procesos Biotecnológicos	
Salud ambiental y/o Biorremediación	
Bioinstrumentación e Instrumentación biomédica	
Procesamiento de señales e Imágenes biológicas	
Biomateriales	
Biomecánica	
Procesos de Manufactura	
Aseguramiento de la calidad	
Tecnologías de la información	
Ingeniería Clínica y Gestión de mantenimiento	
Análisis estadístico y control de procesos	

14.- Considera usted que un Bioingeniero debe de ser competente en: (tomado del perfil de egreso de cada PE)

- **Generar equipos e instrumentos de uso biomédico, biotecnológico, medio-ambiental y acondicionar espacios físicos para uso biomédico y Bioindustrial ***

( ) Totalmente de acuerdo

( ) De acuerdo

( ) Neutral

( ) Desacuerdo

( ) Totalmente en desacuerdo

- **Diseñar e implementar estrategias de producción de biocatalizadores, biomateriales y bioprocesos, así como de tratamiento de la contaminación y prevención del deterioro ambiental ***

( ) Totalmente de acuerdo
( ) De acuerdo
( ) Neutral
( ) Desacuerdo
( ) Totalmente en desacuerdo

- **Participar en la gestión, administración y generación de empresas en el área de la bioingeniería ***

( ) Totalmente de acuerdo
( ) De acuerdo
( ) Neutral
( ) Desacuerdo
( ) Totalmente en desacuerdo

- **Acondicionar espacios físicos, incorporar e integrar sistemas tecnológicos y de información para uso biomédico y bioindustrial ***

( ) Totalmente de acuerdo
( ) De acuerdo
( ) Neutral
( ) Desacuerdo
( ) Totalmente en desacuerdo

- **En caso de requerir otras competencias, especifica cuáles: ***

15.- ¿Cuál es su opinión general sobre el egresado?

( ) Excelente ( ) Bueno ( ) Regular ( ) Malo

Por qué:

16.- Tiene alguna recomendación para mejorar el perfil de egreso del Programa Educativo en términos de conocimientos, habilidades, actitudes, valores o competencias:

4a parte: PROSPECTIVAS DEL PERFIL DEL INGENIERO (Requerimientos emergentes)

Esta sección es complementaria y opcional, sin embargo, se le invita a un análisis prospectivo del perfil del ingeniero para atender las necesidades en los próximos 3-5 años; se solicita que en función de los planes de desarrollo de su organización identifique las habilidades y actitudes que serán más críticas e importantes.

17.- ¿Cuáles son los conocimientos, tecnologías y normativas que considera usted tomarán importancia en el futuro de su organización?

18.- De la siguiente lista, señale 3 conocimientos complementarios que su personal de ingeniería habrá de incorporar a su perfil para satisfacer las demandas futuras de su organización:

( ) Nuevas Tecnologías
( ) Ciencias Administrativas
( ) Políticas nacionales de desarrollo
( ) Marcos legales/jurídicos (propiedad intelectual)
( ) Relaciones Públicas
( ) Artes y cultura
( ) Contable y/o fiscal
( ) Normas y Estándares
( ) Medio Ambiente
( ) Otros:_____

19.- De la siguiente lista, ¿Cuáles considera usted que son las 3 habilidades más importantes que deben fortalecerse durante la formación de ingenieros para asegurar un desempeño exitoso dados los desarrollos tecnológicos y planes de su organización?

( ) Planeación y organización
( ) Comunicación oral/escrita
( ) Manejo de personal/grupos
( ) Creatividad/innovación
( ) Pensamiento crítico y analítico
( ) Manejo de herramientas (software/equipo)
( ) Solución creativa de problemas
( ) Dominio de 2do/3er idioma
( ) Generación de conocimiento nuevo
( ) Aprendizaje continuo
( ) Liderazgo
( ) Iniciativa y ser pro-activo

( ) Integración en equipos interdisciplinarios

20.- ¿Qué observaciones y sugerencias adicionales valora que se deben contemplar durante este proceso de Actualización y Diseño Curricular de los programas de Ingeniería?

Universidad Autónoma de Baja California

Programa de Re-Estructuración Curricular del área de INGENIERÍAS

ENCUESTA DE EGRESADOS

SECCIÓN ESPECÍFICA EGRESADOS

1.- ¿En qué área te desenvuelves profesionalmente?

( ) Procesos Biotecnológicos y Microbiología

( ) Biotecnología Ambiental, Salud ambiental y/o Biorremediación

( ) Bioinstrumentación e Instrumentación Biomédica

( ) Procesamiento de Señales e Imágenes Biológicas

( ) Biomateriales

( ) Procesos de manufactura

( ) Aseguramiento de la calidad

( ) Ingeniería Clínica y Gestión de mantenimiento

( ) Biología Molecular y/o Genética

( ) Otro (especificar):_____

2.- Con base a tu experiencia profesional valora la relevancia de las siguientes áreas de un Bioingeniero en el mercado laboral:

Procesos Biotecnológicos y Microbiología

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Biotecnología Ambiental, Salud ambiental y/o Biorremediación

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Bioinstrumentación e Instrumentación Biomédica

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Procesamiento de Señales e Imágenes Biológicas

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Biomateriales

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Procesos de manufactura

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Aseguramiento de la calidad

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Ingeniería Clínica y Gestión de mantenimiento

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Biología Molecular y/o Genética

( ) Muy relevante

( ) Relevante

( ) Neutral

( ) Poco relevante

( ) Nada relevante

Otro (especificar):_____

3.- Consideras que un Ingeniero debe de ser competente en:

- Generar equipos e instrumentos de uso biomédico, biotecnológico y medio-ambiental aplicando los fundamentos teóricos y prácticos de la bioingeniería *

( ) Totalmente de acuerdo

( ) De acuerdo

( ) Neutral

( ) Desacuerdo

( ) Totalmente en desacuerdo

- Diseñar e implementar estrategias de producción de biocatalizadores, biomateriales, bioprocesos y tratamiento de la contaminación y prevención del deterioro ambiental *

( ) Totalmente de acuerdo
( ) De acuerdo
( ) Neutral
( ) Desacuerdo
( ) Totalmente en desacuerdo

- Participar en la gestión, administración y generación de empresas en el área de la bioingeniería *

( ) Totalmente de acuerdo
( ) De acuerdo
( ) Neutral
( ) Desacuerdo
( ) Totalmente en desacuerdo

- Acondicionar espacios físicos, incorporar e integrar sistemas tecnológicos y de información para uso biomédico y Bioindustrial *

( ) Totalmente de acuerdo
( ) De acuerdo
( ) Neutral
( ) Desacuerdo
( ) Totalmente en desacuerdo

En caso de requerir otras competencias, especifica cuáles: *

4.- ¿Estas realizando o concluiste estudios adicionales relacionados al área de Bioingeniería? *

( ) Sí, Especialidad
( ) Sí, Maestría
( ) Sí, Doctorado
( ) No

5.- ¿En qué área?
( ) Procesos Biotecnológicos
( ) Biotecnología ambiental, Salud ambiental y/o Biorremediación
( ) Bioinstrumentación e Instrumentación Biomédica
( ) Procesamiento de Señales e Imágenes Biológicas
( ) Biomateriales
( ) Procesos de manufactura
( ) Aseguramiento de la calidad
( ) Ingeniería Clínica y Gestión de mantenimiento
( ) Biología Molecular y/o Genética
( ) Otro (especificar):_____

6.- ¿Estas satisfecho con la formación recibida por el Programa Educativo?*
( ) Totalmente Satisfecho
( ) Parcialmente Satisfecho
( ) Neutral
( ) Parcialmente Insatisfecho
( ) Totalmente Insatisfecho

¿Porque?:_____

En función de su desarrollo profesional identifique las habilidades y actitudes que serán más críticas para atender las necesidades en los próximos 5 años.

7.-¿Cuáles son los conocimientos, tecnologías y normativas que considera usted tomarán importancia en el futuro de su profesión?

8.- De la siguiente lista, ¿Cuáles son las 3 habilidades más importantes que deben fortalecerse para asegurar un desempeño exitoso?

( ) Planeación y organización ( ) Comunicación oral/escrita

( ) Manejo de personal/grupos ( ) Creatividad/innovación

( ) Pensamiento crítico y analítico ( ) Manejo de herramientas (software/equipo)

( ) Solución creativa de problemas ( ) Dominio de 2do/3er idioma

( ) Generación de conocimiento nuevo ( ) Aprendizaje continuo

( ) Liderazgo ( ) Iniciativa y ser pro-activo

( ) Integración en equipos interdisciplinarios

9.- ¿Qué observaciones y sugerencias adicionales se deben contemplar durante este proceso de actualización y diseño curricular del Programa Educativo?