

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA  
VALLE DE LAS PALMAS



# MANUAL DE TALLER Y LABORATORIO

---

## TRANSFERENCIA DE MASA Y CALOR EN BIOSISTEMAS

Ciclo Escolar: 2020-2

Docente: M.C. Erick José Torres Martínez



ALUMNO: \_\_\_\_\_  
MATRÍCULA: \_\_\_\_\_ EQUIPO: \_\_\_\_\_

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

## ÍNDICE

PRÁCTICA 1. NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO .....	3
Competencia.....	3
Fundamento. ....	3
Recomendaciones básicas para la manipulación de sustancias químicas. ....	3
Peligros originados por la generación de gases tóxicos .....	3
Normas de seguridad de productos químicos.....	3
¡Nunca le des de beber a un ácido!.....	4
Peligros en el uso de productos corrosivos .....	4
Identificación de sustancias peligrosas .....	5
¿QUÉ HACER EN CASO DE ACCIDENTE? .....	6
Bibliografía.....	8
Pre-laboratorio 1 .....	9
PRÁCTICA 2. EQUILIBRIO TÉRMICO .....	10
Competencia.....	10
Fundamento .....	10
Material, equipo y reactivos.....	11
Procedimiento .....	11
Fórmulas .....	11
Resultados y gráficos.....	11
Análisis de resultados.....	12
Discusión de resultados.....	12
Conclusión .....	13
Observaciones y notas.....	13
Gestión de residuos.....	13
Bibliografía.....	13
Pre-Laboratorio 2 .....	14

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

PRÁCTICA 3. EQUILIBRIO TÉRMICO II .....	15
Competencia.....	15
Fundamento .....	15
Modos de transferencia de calor.....	15
Material, equipo y reactivos.....	15
Procedimiento .....	16
Resultados y gráficos.....	16
Análisis de resultados .....	18
Discusión de resultados.....	18
Conclusión .....	18
Observaciones y notas.....	19
Gestión de residuos.....	19
Bibliografía.....	19
Pre-Laboratorio 3 .....	20
 PRÁCTICA 4. TRANSFERENCIA DE CALOR EN ALIMENTOS.....	 22
Competencia.....	22
Fundamento .....	22
Material, equipo y reactivos.....	22
Procedimiento .....	22
Resultados y gráficos.....	23
Análisis de resultados .....	25
Discusión de resultados.....	25
Conclusión .....	25
Observaciones y notas.....	26
Gestión de residuos.....	26
Bibliografía.....	26
Pre-Laboratorio 4 .....	27

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

No. DE PRÁCTICA	LABORATORIO	DURACIÓN (HORAS)
1	Química	2

### PRÁCTICA 1. NORMAS DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL LABORATORIO

#### Competencia.

Conocer e identificar las normas de seguridad e higiene en el laboratorio, el manejo y clasificación de sustancias químicas, además de los primeros auxilios básicos en caso de un incidente en laboratorio con el propósito de llevar a cabo las actividades de laboratorio en un margen de seguridad, responsabilidad y trabajo colaborativo.

#### Fundamento.

En el desarrollo de las actividades experimentales en el laboratorio de química, existen riesgos que pueden tener graves consecuencias y dependen de diversos factores como son las instalaciones, material y sustancias. Por lo anterior, es primordial el conocimiento de las normas de seguridad, la forma correcta de manipular el equipo, material e instrumentos de medición, así como los riesgos asociados al incumplimiento de las reglas y procedimientos correspondientes, y sobre todo, tomar conciencia de trabajar de manera responsable y disciplinada atendiendo tanto el reglamento interno del laboratorio como el manual de procedimientos de la práctica experimental que se realiza.

#### Recomendaciones básicas para la manipulación de sustancias químicas.

1. Con el propósito de conocer e identificar el grado de peligrosidad y los riesgos de las sustancias químicas y previo al uso de reactivos químicos, debe leer la etiqueta o rótulo del envase. Nunca utilizar sustancias desconocidas o sin etiquetas.
2. Si se utiliza el mechero bunsen u otra fuente intensa de calor, alejar ésta de los frascos con reactivos. Nunca debe calentar productos inflamables con mechero. Cerrar la llave de gas cuando no se esté utilizando el mechero.
3. Conocer cómo reaccionan las sustancias químicas en una mezcla y sus consecuencias. No realice reacciones sin la autorización previa y supervisión de su instructor.

#### Peligros originados por la generación de gases tóxicos

4. Evite inhalar vapores de productos químicos. Siempre que use sustancias volátiles, inflamables y corrosivas, trabaje en una campana de extracción.
5. Jamás debe oler sustancias para poder identificarlas. El procedimiento seguro es identificar la sustancia desconocida por otros sistemas o métodos.
6. No pipetear sustancias tóxicas por la boca (por peligro de inhalación y/o ingestión). Use siempre propipetas, pipetas automáticas o dispensadores.
7. Nunca mezcle o combine sustancias cuyos resultados son gases tóxicos, sin las medidas de seguridad necesarias. Utilice campana de extracción, protección respiratoria u otro equipo de protección personal (EPP) necesario.

#### Normas de seguridad de productos químicos

8. Tener a la mano la hoja de dato de seguridad del material (MSDS: MATERIAL SAFETY DATA SHEET) que va a manejar. Son una fuente de información sobre las características físicas, propiedades químicas, atención a contingencia por fugas y derrames y cuidados en su manipulación.
9. No devuelva al recipiente de origen, los sobrantes de los productos utilizados.
10. Previa instrucción del profesor a cargo, deje que circule abundante agua cuando los productos químicos de desecho se viertan en la pila de desagüe, aún cuando estén debidamente neutralizados.
11. No toque con las manos y menos con la boca, los productos químicos.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

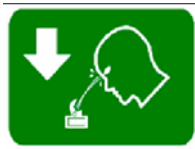
12. Los ácidos requieren un cuidado especial. Cuando requiera preparar disoluciones diluidas de ácidos nunca deberá agregar agua al ácido, sino al contrario, es decir, ácido sobre agua.

**¡Nunca le des de beber a un ácido!**

13. Si se vierte sobre usted cualquier ácido o producto corrosivo debe lavarse inmediatamente con abundante agua, mínimo durante 15 minutos y bajo la regadera de emergencia.



14. Si se vierte cualquier reactivo o sustancia en sus ojos, debe lavarse inmediatamente con abundante agua en el lavaojos de emergencia mínimo durante 15 minutos.



**Peligros en el uso de productos corrosivos**

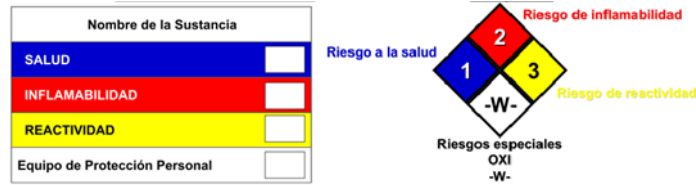
15. Los recipientes de reactivos con ácido o material cáustico debe sostenerlos firmemente alrededor del cuerpo del envase con ambas manos o utilizar portador de botellas. Nunca debe tomar las botellas por su cuello.
16. Al preparar las soluciones, los envases no deben quedar en contacto directo con la mesa por el peligro de ruptura o derrame.
17. Para casos de fuga o derrame mantener a la mano neutralizantes, tales como bicarbonato de sodio (para los ácidos) y ácido acético (para los álcalis o bases). La neutralización sobre la piel de una persona por ninguna razón debe efectuarse.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

### Identificación de sustancias peligrosas

18. Todas las sustancias químicas sean sólidas o líquidas tienen un rombo de identificación en la cual indica la peligrosidad del reactivo, son de diferentes colores y simbolizan el riesgo.

#### Modelo de rectángulo y rombo



Los números indican el grado de peligro o riesgo que representa la sustancia



LETRAS DE IDENTIFICACION DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	
Letra de identificación	Equipo
A	Anteojos de seguridad
B	Anteojos de seguridad y guantes
C	Anteojos de seguridad, guantes y mandil
D	Careta, guantes y mandil
E	Anteojos de seguridad, guantes y respirador para polvos
F	Anteojos de seguridad, guantes, mandil y respirador para polvos
G	Anteojos de seguridad, guantes y respirador para vapores
H	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para vapores
I	Anteojos de seguridad, guantes y respirador para polvos y vapores
J	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores
K	Capucha con línea de aire o equipo SCBA, guantes, traje completo de protección y botas
X	Consulte con el supervisor las indicaciones especiales para el manejo de estas sustancias

Figura 1.- Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas

19. Debe usar equipo de protección personal (EPP) de acuerdo al grado de riesgo o peligro que representen las sustancias químicas que maneja y al requerimiento del maestro responsable de la práctica. Los reactivos químicos cuentan con una etiqueta de rectángulo y una letra indicando el EPP que necesario portar durante la sesión de laboratorio.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

## ¿QUÉ HACER EN CASO DE ACCIDENTE?

En caso de accidente en el laboratorio, hay que comunicarlo inmediatamente al docente o al auxiliar.

### A. PRIMEROS AUXILIOS

#### I. Contenido mínimo de botiquín de primeros auxilios

- Gasas estériles
- Solución de bicarbonato de sodio al 2%
- Solución de ácido bórico al 2%
- Vaselina
- Pomada para quemaduras (picrato o pasta dental)
- Solución de yodo al 3.5%
- Aceite de Oliva o de ricino
- Algodón estéril
- Alcohol al 95%
- Agua oxigenada al 3.34%
- Banditas (curitas)
- Tela adhesiva o micropore

Nota.- Para dar auxilio en casos de emergencia, debe utilizar en todo momento guantes y evitar el contacto con biológico-infecciosos.



**Figura 2.-** Fuente.- “Copy Ready”! “Copyright Bongarde Communications Ltd., 1998”

#### II. Salpicaduras por ácidos y álcalis

Lavarse inmediatamente con abundante agua la parte afectada. Si la quemadura es ojos, después del lavado, acudir al servicio médico.

Si la salpicadura es extensa, llevar al lesionado al chorro de agua en la regadera de emergencia inmediatamente y acudir después al servicio médico.

#### III. Quemaduras por objetos, líquidos o vapores calientes (escaldaduras)

Aplicar pomada para quemaduras o pasta dental en la parte afectada. En caso necesario, proteger la piel con gasas y acudir al servicio médico.

##### a) Heridas

Si se llega a producir una herida en el desarrollo de la práctica dependiendo de la magnitud del corte, se debe proceder a lavar la parte afectada, a su desinfección y a cubrirla con gasa estéril; trasladar al lesionado al servicio médico.

Si la herida es profusa y con abundante pérdida de sangre, aplicar un torniquete y llevar al paciente al servicio médico.

Si la herida fue producida por un objeto de artículo punzante, dejar que fluya la sangre un momento y presionar con gasa estéril sobre la parte afectada. Acudir al servicio médico.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

### b) Pérdida del sentido

Si alguna persona llega a desmayarse en el laboratorio, con cuidado debe sacarla al aire libre, acostarla boca arriba, aflojarle la ropa ajustada, abrigoarla, dejarla reposar y llamar al servicio médico de la escuela.

### c) Descarga eléctrica

Si un compañero sufre una descarga eléctrica y quedara “pegado” a los cables o al dispositivo, desconectar inmediatamente el interruptor de energía (switch), y si esto no fuera posible, tratar de separarlo utilizando algún aislante (madera, hule, etc.). Atender las quemaduras y llevar al lesionado al servicio médico.

### d) Incendios

En caso de que se produzca un incendio de pequeña magnitud en el laboratorio, tratar de apagar el fuego cubriéndolo con una toalla, bata, franela, jerga o tela disponible en ese momento.

Debe conservar la calma y evitar que haya pánico.

En incendios pequeños producidos por reactivos de tipo orgánico, utilice el extintor con polvos A, B y C, tanto si se extiende por la mesa y el suelo como si se desarrolla en un recipiente. El chorro de polvo del extinguidor debe dirigirse a la base del fuego.

Si el incendio fuera en la bata, despojarse de esta inmediatamente, y si afecta ropa de vestir, pasar al chorro de la regadera o envolver a la persona en una bata, abrigo, suéter o chamarra y rodarla por el suelo.

## B. REGLAS BÁSICAS DE LABORATORIO

### I. Equipo de Protección Personal (EPP)

- Utilizar bata blanca de manga larga
- Utilizar guantes de látex cuando la práctica lo requiera
- Lentes de protección o goggles, en caso que la práctica así lo requiera. Si usa lentes de prescripción, los lentes de seguridad debe utilizarlos encima de éstos.
- Utilizar zapato cerrado



Figura 3.- Equipo de protección personal

### C. Disciplina

- No correr dentro del laboratorio
- No jugar con los materiales, reactivos y/o equipo de laboratorio
- Mantener apagado su celular, radio y cualquier equipo móvil de comunicación
- No introducir alimentos en el laboratorio



CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

- Prohibido escuchar música

**D. Reactivos, materiales y equipo**

- No oler directamente o ingerir ningún reactivo o sustancia de laboratorio
- Manejar los materiales como indique el maestro o el auxiliar de laboratorio
- No operar el equipo sin la supervisión del maestro o el auxiliar de laboratorio.

**A LA PERSONA QUE INCUMPLA CON LO ANTES MENCIONADO SE APLICARAN LAS SANCIONES QUE ESTABLECE EL REGLAMENTO DE LABORATORIO Y ESTATUTO ESCOLAR VIGENTE.**

**Bibliografía.**

- [www.profepa.gob.mx](http://www.profepa.gob.mx)
- [www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx)

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

### Pre-laboratorio 1

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **GRUPO:** \_\_\_\_\_ **NO. EQUIPO:** \_\_\_\_\_

- 1) Investigue y liste el equipo de protección personal básico para realizar prácticas en el laboratorio de química.
  
- 2) Enumere cinco medidas de seguridad que debe aplicar durante su práctica.
  
- 3) Investigue y exprese con sus palabras, el procedimiento a seguir en casos de fuga o derrame de sustancias químicas.

***Nota: Esta actividad debe realizarse antes de entrar a la sesión de laboratorio.***

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

No. DE PRÁCTICA	LABORATORIO	DURACIÓN (HORAS)
2	Química	2

## PRÁCTICA 2. EQUILIBRIO TÉRMICO

### Competencia

Determinar experimentalmente la temperatura de equilibrio de sistemas termodinámicos y comparar los resultados obtenidos con los cálculos teóricos.

### Fundamento

Cuando un cuerpo se encuentra frío y hace contacto con otro cálido, recibe ese calor y este cuerpo se entibia; por esta razón, decimos que el calor pasa de un cuerpo a otro, el calor pasa del cuerpo caliente al frío (nunca al revés). Este traspaso de calor entre los cuerpos se llama equilibrio térmico y poder dar una definición más precisa del concepto de equilibrio térmico desde un punto de vista termodinámico es necesario definir algunos conceptos.

Dos sistemas que están en contacto mecánico directo o separados mediante una superficie que permite la transferencia de calor lo que se conoce como superficie diatérmica, se dice que están en contacto térmico.

Consideremos entonces dos sistemas en contacto térmico, dispuestos de tal forma que no puedan mezclarse o reaccionar químicamente. Consideremos además que estos sistemas están colocados en el interior de un recinto donde no es posible que intercambien calor con el exterior ni existan acciones desde el exterior capaces de ejercer trabajo sobre ellos. La experiencia indica que al cabo de un tiempo estos sistemas alcanzan un estado de equilibrio termodinámico que se denominará estado de equilibrio térmico recíproco o simplemente de equilibrio térmico.

El concepto de equilibrio térmico puede extenderse para hablar de un sistema o cuerpo en equilibrio térmico. Cuando dos porciones cuales sean de un sistema se encuentran en equilibrio térmico se dice que el sistema mismo está en equilibrio térmico o que es térmicamente homogéneo.

La Termodinámica proporciona una descripción macroscópica de los sistemas que estudia, sin hacer hipótesis acerca de la estructura microscópica de esos sistemas. Sin embargo, existen otras disciplinas, como la Mecánica Estadística, que estudian los mismos fenómenos de la Termodinámica, pero desde un enfoque microscópico.

En particular, el concepto de equilibrio térmico está ligado al concepto de temperatura al decir que dos sistemas en equilibrio térmico tienen la misma temperatura. Desde un punto de vista microscópico, la temperatura está asociada a la energía cinética promedio que tienen las partículas que constituyen el sistema, a saber, átomos, moléculas y/o la estructura electrónica de la sustancia que constituye el sistema. Macroscópicamente, esta energía cinética promedio de las partículas de un sistema es lo que en la Termodinámica se llama energía interna, que es una energía que depende casi exclusivamente de la temperatura del sistema. A mayor energía cinética promedio de las partículas que constituyen un sistema, mayor energía interna y, en general, mayor temperatura del sistema.

Desde un punto de vista macroscópico, se dice que los sistemas un estado de equilibrio, bajo las condiciones indicadas en la sección definición termodinámica del equilibrio térmico. En cambio, desde un punto de vista microscópico, el estado de equilibrio se refiere al promedio, ya que los dos sistemas continúan intercambiando energía incluso una vez alcanzado el equilibrio térmico. Sin embargo, la energía cinética individual de una partícula no es estacionaria, sino que es el promedio de la distribución de energías de todas las partículas del sistema lo que no cambia en el tiempo.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

### Material, equipo y reactivos

2 Vasos de precipitados de 200 ml	1 Escobillón
2 Probetas graduadas	240 ml Agua
1 Parrilla	50 ml Alcohol etílico
2 Termómetros	15 ml Isopropanol

### Procedimiento

1. Se calentarán los reactivos a las temperaturas que se indican en el Cuadro 1.
2. Preparar las mezclas que se indican en el Cuadro 1, primeramente vertiendo el reactivo de la segunda columna, seguido del reactivo de la tercer columna.
3. Medir la temperatura de equilibrio y registrar en el Cuadro 2. Se medirá la temperatura de equilibrio de las 5 mezclas de líquidos.

**Cuadro 1. Mezclas de reactivos**

MEZCLA	Reactivo 1	Reactivo 2
1	40 ml H <sub>2</sub> O a T <sub>amb</sub>	50 ml H <sub>2</sub> O a 75°C
2	50 ml H <sub>2</sub> O a 50°C	50 ml H <sub>2</sub> O a 100°C
3	25 ml H <sub>2</sub> O a T <sub>amb</sub>	10 ml EtOH a 35°C
4	25 ml EtOH a T <sub>amb</sub>	25 ml H <sub>2</sub> O a 80°C
5	15 ml EtOH a T <sub>amb</sub>	15 ml Isopropanol a 55°C

### Fórmulas

- Etanol:  $0.58 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$  e Isopropanol:  $0.65 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ , de 20°C a 25°C
- $m_1 C e_1 (T_{eq} - T_1) = m_2 C e_2 (T_2 - T_{eq})$ , ósease calor ganado es igual al calor cedido
- $\rho_{Etanol}: 0.798 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$ ,  $\rho_{Isopropanol}: 0.785 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$

### Resultados y gráficos.

1. Temperatura de equilibrio

**Cuadro 2. Conductividad térmica.**

MEZCLA	T <sub>eq</sub>
1	
2	
3	
4	
5	

2. Calcular las temperaturas de equilibrio teóricas para cada una de las mezclas preparadas.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

3. Calcular el error experimental de la temperatura de equilibrio. El error =  $\frac{|valor\ real - valor\ teórico|}{valor\ real} \times 100$ .

4. Comparar los resultados teóricos obtenidos con los resultados experimentales y comentar sobre las diferencias en las temperaturas obtenidas. Si hay diferencias considerables (error > 10%), ¿a qué factores se atribuye?

---

---

---

---

---

**Análisis de resultados**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Discusión de resultados**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

### Conclusión

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Observaciones y notas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Gestión de residuos

No hay ningún residuo peligroso en ésta práctica, por lo que las mezclas se pueden disponer en el desagüe de las mesas de trabajo.

### Bibliografía

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

## Pre-Laboratorio 2

### I. Competencia

Desarrollar la habilidad para el análisis teórico práctico en la resolución de problemas de equilibrio térmico.

### II. Problemas

1. Un trozo de 6.22 kg de cobre metálico se calienta desde 20.5°C hasta 324.3°C. Calcular el calor absorbido (en kJ) por el metal.
2. Calcular la cantidad de calor liberado (en kJ) por 366 g de mercurio cuando se enfría desde 77°C hasta 12.0°C.
3. Una hoja de oro que pesa 10.0 g y se encuentra a una temperatura de 18.0°C se coloca sobre una hoja de hierro que pesa 20.0 g y está a una temperatura de 55.6°C. ¿Cuál es la temperatura final de combinación de los dos metales? Suponerse que no hay pérdida de calor hacia los alrededores.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

**Nota: Esta actividad debe realizarse antes de entrar a la sesión de laboratorio.**

No. DE PRÁCTICA	LABORATORIO	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DURACIÓN (HORAS)
3	Química	Equilibrio Térmico II	2

### PRÁCTICA 3. EQUILIBRIO TÉRMICO II

#### Competencia

Determinar experimentalmente la temperatura de equilibrio de sistemas termodinámicos y comparar los resultados obtenidos con los cálculos teóricos.

#### Fundamento

La transferencia de calor hacia un cuerpo origina un aumento en la energía de agitación de sus moléculas y átomos, es decir, que ocasiona un aumento de la energía interna del cuerpo, lo cual, generalmente produce elevación de la temperatura. Lo que un sistema material posee es energía interna, y cuanto mayor sea su temperatura, tanto mayor será su energía interna. Si un cuerpo se encuentra a mayor temperatura que otro, puede transmitir parte de su energía interna a este último. La energía interna de un cuerpo puede aumentar sin que el cuerpo reciba calor, siempre que reciba alguna otra forma de energía (por ejemplo la agitación).

#### Modos de transferencia de calor

##### 1. Conducción.

Esta transmisión del calor se debe a la agitación de los átomos de un sólido, sin que estas partículas sufran ninguna traslación en el interior del cuerpo. Dependiendo de la constitución atómica de una sustancia, la agitación térmica podrá transmitirse de uno a otro átomo con mayor o menor facilidad, haciendo que esa sustancia sea buena o mala conductora de calor.

##### 2. Convección.

Este tipo de transmisión del calor se produce en líquidos y gases. En este caso, hay un movimiento de las masas en un proceso continuo de circulación. Así, el calor se transmite con conducción a las capas inferiores, se va distribuyendo por convección a toda la masa del líquido mediante el movimiento de traslación del propio líquido. La transferencia de calor en los líquidos y gases puede efectuarse por conducción, pero el proceso de convección es el responsable de la mayor parte del calor que se transmite a través de los fluidos.

##### 3. Radiación.

Todos los cuerpos calientes emiten radiaciones térmicas que cuando son absorbidas por algún otro cuerpo provocan en él un aumento de temperatura. En este caso, la transmisión no se efectúa por conducción ni por convección, pues en estos procesos no sólo puede ocurrir cuando hay un medio material a través del cual se puede transferir el calor. Un ejemplo de transmisión de calor por radiación es el calor que nos llega del sol, puesto que en espacio hay vacío.

#### Material, equipo y reactivos

1 Regla de 30 cm	1 Parrilla eléctrica	1 Varilla de bronce
1 Lámpara de alcohol	1 Pinzas para bureta	1 Varilla de hierro
1 Vaso de precipitados 250 ml	1 Vela	1 Varilla de aluminio
1 Soporte universal	1 Rehilete de aluminio	1 Varilla de latón



CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

1 Cronómetro

Aserrín

40 Canicas y objetos similares

### Procedimiento

1. Marcar cada una de las varillas con un gis a una distancia de 3 cm a partir de extremo.
2. Pegar con parafina una canica en cada una de las marcas.
3. Una vez pegadas todas las canicas, sostener con una pinza y calentar con la lámpara de alcohol y medir el tiempo en el que caen cada una de las canicas. Registrar los resultados en el cuadro 1 por cada material.
4. Colocar el rehilete metálico junto a la flama del mechero de alcohol (no debe tocar la flama ni debe estar por encima de ella), y anotar las observaciones.
5. Llenar con agua el vaso de precipitados hasta la mitad de su capacidad y calentar en la parrilla hasta la ebullición.
6. Cuando el agua esté en ebullición, agregar un poco de aserrín y anotar las observaciones.

### Resultados y gráficos.

#### A. Conductividad

Cuadro 1. Conductividad térmica.

MATERIAL	TIEMPO, s
Hierro	
Cobre	
Aluminio	
Bronce	

1. ¿Cuál de los metales utilizados conduce mejor el calor? ¿A qué se debe este fenómeno?

---



---

2. ¿Qué metal presenta la menor conductividad térmica?

---



---

3. ¿Cómo se clasifican los elementos o compuestos que no conducen el calor? ¿A que se debe esta característica?

---



---

#### B. Convección

1. Describir el proceso de transferencia de calor dentro del líquido contenido en el vaso de precipitados y elaborar un diagrama de este modo de transferencia de calor dentro del recipiente.

---



---



---

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB



**Figura 1.-** Transferencia de calor por convección.

**C. Radiación**

1. Cuando el rehilete se acercó a la flama del mechero, ¿a que modos de transferencia de calor atribuyes el fenómeno? Describirlos detalladamente y fundamentar el proceso.

**D. Constantes de conductividad térmica**

1. Investigar las constantes de conductividad térmica de los metales utilizados y registrarlos en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Constantes de conductividad térmica

MATERIAL	k, W/m °C
Hierro	
Cobre	
Aluminio	
Bronce	

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

2. Respecto a las constantes de conductividad, ¿el tiempo requerido para que cayeran las canicas fue consistente con los valores teóricos? Comentar.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Análisis de resultados**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Discusión de resultados**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Conclusión**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

---

---

---

**Observaciones y notas**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Gestión de residuos**

No hay ningún residuo peligroso en ésta práctica, por lo que el agua se puede disponer en el desagüe de las mesas de trabajo.

**Bibliografía**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

### Pre-Laboratorio 3

#### I. Competencia

Reforzar los conocimientos adquiridos en clase utilizando la ecuación general de transferencia de calor

#### II. Preguntas y definiciones

1. Escribir la ecuación general de transferencia de calor en el plano cartesiano y definir cada término.
2. ¿Cuáles son las consideraciones realizadas para la ecuación de transferencia de biocalor?
3. ¿Cómo se diferencia la energía calorífica generada de la energía almacenada?
4. Analizando e integrando la ecuación general de transferencia de calor en el plano cartesiano  $x$ , determinar la ecuación de un sistema en donde hay una generación de calor y el calor es transferido por conducción. Establecer la condiciones frontera.

#### III. Problemas

1. Determinar la temperatura a 45 mm dentro de una barra de cobre que tiene un espesor de 58 mm. La temperatura en la superficie caliente y fría son  $155^{\circ}\text{C}$  y  $67^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Encontrar el flujo de calor en el sistema y dibujar el diagrama del proceso.
2. Sabiendo que en un biomaterial la transferencia de calor es de  $207 \text{ W/m}^2$  y cuenta con una conductividad térmica de  $0.69 \text{ W/m K}$ , determinar la temperatura en el punto medio de la barra. La temperatura en la superficie caliente es de  $20^{\circ}\text{C}$  y la temperatura en la superficie fría es  $5^{\circ}\text{C}$ .

**Nota: Esta actividad debe realizarse antes de entrar a la sesión de laboratorio.**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

***Nota: Esta actividad debe realizarse antes de entrar a la sesión de laboratorio.***

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

No. DE PRÁCTICA	LABORATORIO	DURACIÓN (HORAS)
4	Química	2

#### PRÁCTICA 4. TRANSFERENCIA DE CALOR EN ALIMENTOS

##### Competencia

Determinar el calor específico de diferentes muestras de alimentos utilizando un calorímetro tipo “taza de café” y determinar el calor transferido en procesos de calentamiento para diversos alimentos.

##### Fundamento

La transferencia de calor es un proceso dinámico donde se transmite el calor desde una sustancia caliente u otra mas fría, la velocidad de transmisión depende de la diferencia de temperatura y de la resistencia al flujo de calor ofrecida por el medio a través del cual se realiza la transferencia. Su aplicación se refiere al diseño de intercambiadores de calor los cuales se utilizan en procesos de: Pasteurización, Esterilización, enfriamiento y congelación, refrigeración, secado y evaporación, otros.

El calor es una forma de la energía. La unidad mas utilizada en la medida de la cantidad de calor, en el sistema métrico, es la caloría y su múltiplo la kilocaloría, que se definen, respectivamente como sigue:

1 caloría (cal) = Cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 gramo de agua en 1 grado centígrado

La calorimetría, que mide el calor que los cuerpos almacenan, se utiliza extensamente para la cuantificación de diversas propiedades de alimentos; entre ellas el calor específico.

El calor específico se usa frecuentemente para evaluar los procesos de calentamiento y enfriamiento en productos alimenticios y es definido por:

**Ecuación 1:** 
$$c_e = \frac{q}{m\Delta T}$$

Donde  $C_e$  es el calor específico, que puede ser a presión constante o a volumen constante; q es el calor transferido; m es la masa y  $\Delta T$  es el cambio de temperatura experimentado por el material.

##### Material, equipo y reactivos

10 Vasos de poliestireno (foam)	50 ml de leche entera
2 Probetas 50 ml	50 ml de leche deslactosada
5 Vasos de precipitados 100 ml	50 ml de jugo de naranja natural
1 Parrilla eléctrica	50 ml de jugo de limón
1 Termómetro	50 ml de jarabe de sacarosa (1M).

##### Procedimiento

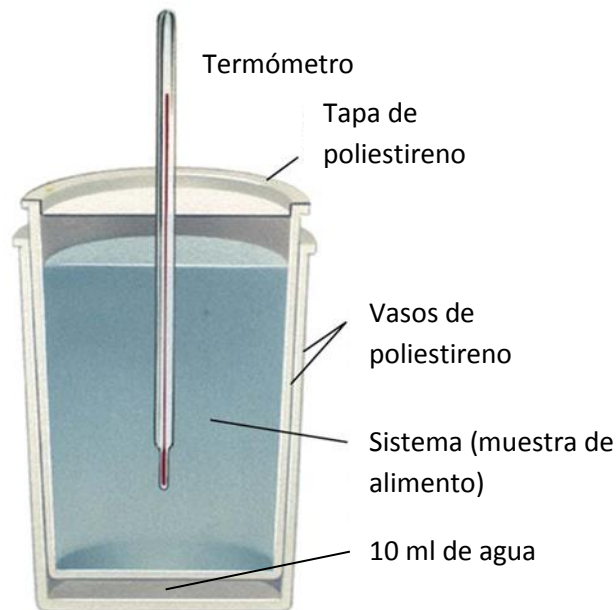
###### A. Determinación experimental del calor específico.

1. Calentar la muestra de un alimento hasta 80°C.
2. Montar el calorímetro como se indica en la Figura 1 y registrar la temperatura ambiente.
3. Introducir en el calorímetro 50 ml del alimento y cerrarlo, colocando el termómetro en el centro de la tapa para medir las temperaturas cada 5 minutos durante 1 hora. Registrar los datos obtenidos en los Cuadro 1 y Cuadro 2.
4. Repetir para cada muestra de alimento.

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

**B. Determinación de la transferencia de calor en el proceso de calentamiento.**

1. Colocar 50 ml del alimento en un vaso de precipitados, previamente pesado.
2. Pesar la muestra junto el vaso de precipitados para obtener el peso de la muestra.
3. Medir la temperatura de la muestra.
4. Calentar la muestra hasta el hervor, midiendo la temperatura final alcanzada por el alimento y el tiempo requerido para alcanzar este punto. Anotar los resultados en el Cuadro 3. Graficar la Temperatura en función del tiempo.



**Figura 1.-** Calorímetro tipo "vaso de café".

**Resultados y gráficos.**

**Cuadro 1. Calor específico**

Muestra	Cantidad	T inicial	Cp



CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

**Cuadro 2. Temperaturas**

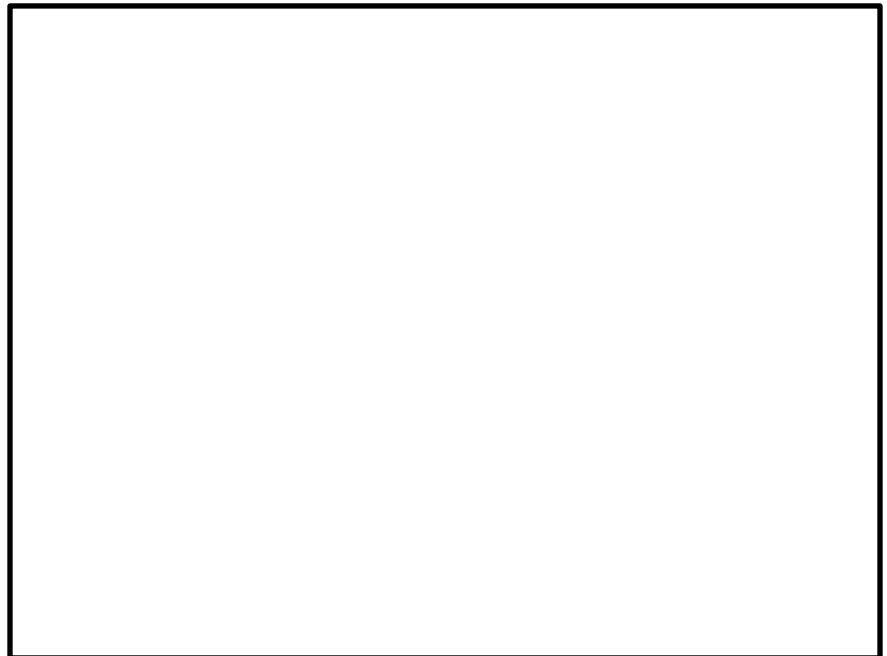
t, min	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5
5					
10					
15					
20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					
60					

**Cuadro 3. Transferencia de calor**

Muestra	m, kg	T inicial, °C	t, min	T final, °C	Cp, kJ/ K

Calores específicos experimentales:

Muestra 1: \_\_\_\_\_  
Muestra 2: \_\_\_\_\_  
Muestra 3: \_\_\_\_\_  
Muestra 4: \_\_\_\_\_  
Muestra 5: \_\_\_\_\_



**Figura 2.-** Gráficas de Temperatura (°C) en función del tiempo (segundos).

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

**C. Temperatura en función del tiempo par a cada muestra**

1. Calcule el calor específico para los alimentos estudiados, mediante la siguiente expresión:

**Ecuación 2:** 
$$m_a c_{p1}(T_i - T_e) = m_{agua} c_{p2}(T_e - T_a) + k$$

Donde:

$m_a$  = masa del alimento (Kg)

$m_{agua}$  = masa del agua (Kg)

$c_{p1}$  = Calor específico del alimento (kJ/Kg K)

$c_{p2}$  = Calor específico del agua (kJ/Kg K)

K = capacidad calórica del calorímetro

$T_i$  = Temperatura inicial del alimento (°C)

$T_a$  = Temperatura inicial del agua (°C)

$T_e$  = Temperatura de equilibrio (°C)

2. Calcule el calor el calor transferido, q, para cada muestra, utilizando la ecuación I de los fundamentos y el  $c_p$  obtenido experimentalmente.

**Análisis de resultados**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Discusión de resultados**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Conclusión**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

**Observaciones y notas**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Gestión de residuos**

No hay ningún residuo peligroso en ésta práctica, por lo que se pueden disponer en el desagüe de las mesas de trabajo.

**Bibliografía**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

### Pre-Laboratorio 4

#### I. Competencia

Reforzar los conocimientos adquiridos en clase utilizando la ecuación general de transferencia de calor en estado estacionario

#### II. Preguntas y definiciones

1. Explicar las diferencias entre estado estacionario y equilibrio térmico.
2. ¿Cuáles son componentes (parámetros) en la resistencia térmica?
3. ¿Por qué la conducción de calor pasiva no es suficiente para la termorregulación en los animales de sangre caliente?
4. ¿Se puede reducir la pérdida de calor agregando aletas o aletillas a un cuerpo? Explicar bajo que circunstancias puede ocurrir esto.

#### III. Problemas

1. Comparar la pérdida de calor total de una persona que viste ropa de verano con la pérdida de calor de una persona que viste ropa de invierno bajo las mismas condiciones ambientales. El efecto insultante de la capa o capas de aire atrapadas entre las capas de ropa y la ropa y el cuerpo es reflejado mediante los valores de la resistencia de los ensambles de la ropa. La temperatura promedio de la piel es 33°C, la temperatura ambiente de 20°C, el área total de la superficie del cuerpo es de 1.7 m<sup>2</sup>, el área cubierta del cuerpo con ropa de verano es de 1 m<sup>2</sup>, el área cubierta con ropa de invierno es 1.6 m<sup>2</sup>, el coeficiente de transferencia de calor de la piel descubierta es de 27.3 W/m<sup>2</sup> K, el coeficiente de transferencia de calor de la ropa de verano es de 18.4 W/m<sup>2</sup> K y el coeficiente de transferencia de calor de la ropa de invierno es de 4.3 W/m<sup>2</sup> K.
2. La distribución radial de temperatura en estado estacionario dentro de una extremidad cilíndrica que es enfriada con un refrigerante a 2°C es:  $T = 2 + 0.65 \left[ 1 - \frac{r^2}{R} \right]$ .  
Donde T esta en °C. Asumir propiedades térmicas constantes en la extremidad y que la generación de calor metabólico es uniforme. El radio, R, de la extremidad es 5.0 cm y su conductividad térmica efectiva es 0.6 W/m K.
  - a) Escribir la ecuación apropiada asumiendo solo una dimensión en la transferencia de calor.
  - b) Sin resolver esta ecuación, utilizarla para calcular la tasa de generación de calor metabólico en W. 3) ¿Cuál es la tasa de pérdida de calor en la superficie de la extremidad?
3. Considerar una brisa fría de invierno que circula de forma paralela en tu cara, con una dimensión facial promedio de 5 cm a lo largo del flujo. La velocidad del aire es de 1 m/s. Asumir un flujo laminar.
  - a) Calcular el espesor de la capa del cambio de velocidad al final de los 5 cm de longitud.
  - b) Calcular el espesor de la capa del cambio de temperatura en la misma longitud.
  - c) Proporcionar el significado físico de los dos espesores determinados en a y b.

**Nota: Esta actividad debe realizarse antes de entrar a la sesión de laboratorio.**

CARRERA	PLAN DE ESTUDIO	CLAVE DE LA ASIGNATURA	ASIGNATURA
Bioingeniería	2009-2	11795	TMCB

***Nota: Esta actividad debe realizarse antes de entrar a la sesión de laboratorio.***