

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:** 2020-1
- 4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Transferencia de Masa y Calor en Biosistemas
- 5. Clave:** 36237
- 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:** Físicoquímica

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA
REGISTRADO
22 MAR 2019
REGISTRADO
COORDINACIÓN GENERAL
DE FORMACIÓN BÁSICA

Equipo de diseño de PUA

Mónica Isabel Soto Tapiz
Rubén César Villarreal Sánchez
David Cervantes Vázquez
Adriana Álvarez Andrade

Firma

Fecha: 30 de octubre de 2018

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 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 límite 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 transporte 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?dclid=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.