



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Mecanismos de Transporte en Sistemas Biológicos

Laboratorio de Ingeniería
Biomédica

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ing. Biomédica
2020
27/06/2025
1.0



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN4

IDENTIFICACIÓN6

Carga Horaria de la asignatura6

Consignación del Documento6

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA7

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS8

Reglamento general del laboratorio8

Reglamento de uniforme8

Uso adecuado del equipo y materiales8

Manejo y disposición de residuos peligrosos8

Procedimientos en caso de emergencia8

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA9

PRÁCTICAS11

FUENTES DE INFORMACIÓN29

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES29

ANEXOS30

INTRODUCCIÓN

La comprensión de los mecanismos de transporte en sistemas biológicos es fundamental para el desarrollo e innovación de soluciones en el campo de la ingeniería biomédica. A través del estudio de los principios de la mecánica de fluidos y el transporte de masa, los estudiantes adquieren herramientas teóricas y prácticas que les permiten analizar, modelar e intervenir en procesos fisiológicos complejos con el propósito de preservar o mejorar la salud humana. Esta asignatura forma parte del área de formación disciplinar en el programa académico de Ingeniería Biomédica, integrando conocimientos de física, química, biología y matemáticas aplicadas a la ingeniería.

En los organismos vivos, el transporte de sustancias como gases, nutrientes, desechos metabólicos o fármacos se lleva a cabo mediante procesos altamente regulados que involucran mecanismos de difusión, ósmosis, convección y filtración. Estos procesos pueden ser descritos y modelados mediante los principios fisicoquímicos de la mecánica del medio continuo. La ingeniería biomédica se encarga de aplicar estos principios para diseñar dispositivos y sistemas que apoyen, sustituyan o monitoreen estos mecanismos fisiológicos, como bombas de infusión, dializadores, sistemas de administración controlada de fármacos y dispositivos implantables.

El presente manual de prácticas tiene como objetivo acercar a los estudiantes al análisis práctico y experimental de los mecanismos de transporte presentes en sistemas biológicos, mediante actividades de laboratorio que les permitan observar, modelar e interpretar fenómenos reales y simulados. A su vez, se fomenta el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la aplicación de normas oficiales nacionales e internacionales (como las NOM y normas ISO) relacionadas con dispositivos médicos y procedimientos biomédicos.

La experiencia adquirida durante estas prácticas fortalecerá no solo las habilidades técnicas de los estudiantes, sino también su capacidad de razonar éticamente ante los desafíos del diseño y aplicación de soluciones biomédicas. Al integrar el conocimiento científico con la práctica profesional, esta asignatura impulsa el desarrollo de ingenieros biomédicos comprometidos con la innovación tecnológica al servicio de la salud.

Propósito del manual

Este manual tiene como propósito guiar el desarrollo de habilidades prácticas en el análisis y aplicación de los mecanismos de transporte en sistemas biológicos, a partir de la ejecución de actividades experimentales relacionadas con la mecánica de fluidos y el transporte de masa. Facilita la conexión entre teoría y práctica, permitiendo al estudiante adquirir competencias que le permitan comprender, modelar y aplicar los principios fisicoquímicos del transporte en el diseño de soluciones biomédicas alineadas con la normatividad vigente.

Justificación de su uso en el programa académico

La asignatura “Mecanismos de Transporte” es una unidad de aprendizaje fundamental para la formación del ingeniero biomédico, al proporcionar las bases para comprender y diseñar sistemas de transporte de fluidos y solutos en el cuerpo humano y en dispositivos médicos. El uso de este manual permite reforzar el aprendizaje significativo mediante prácticas experimentales estructuradas, promueve el desarrollo de competencias profesionales y responde a los requerimientos del modelo educativo de la Universidad Estadal de Sonora orientado por competencias.

Competencias a desarrollar

Competencias disciplinares

- Aplicar los principios de la mecánica de fluidos y el transporte de masa al análisis de sistemas biológicos complejos.

- Modelar matemáticamente procesos de transporte en sistemas fisiológicos y dispositivos biomédicos.
- Analizar experimentalmente flujos y movimientos moleculares en condiciones simuladas y reales.

Competencias blandas

- Desarrollar habilidades de trabajo en equipo, liderazgo y comunicación efectiva en la solución de problemas biomédicos.
- Fomentar la responsabilidad ética en el manejo de dispositivos y procedimientos experimentales.
- Aplicar el pensamiento crítico para interpretar resultados y tomar decisiones fundamentadas.

Competencias profesionales

- Diseñar e implementar prácticas experimentales con base en normativas oficiales nacionales e internacionales.
- Integrar conocimientos interdisciplinarios en el diseño de soluciones tecnológicas enfocadas al área de la salud.
- Utilizar tecnología y herramientas científicas para generar información útil en el diagnóstico, monitoreo y tratamiento clínico.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Mecanismos de Transporte en Sistemas Biológicos	
Clave	071CP086	Créditos	6
Asignaturas Antecedentes	051CE085 052CP051	Plan de Estudios	2020

Área de Competencia	Competencia del curso
Profesionales / Profesionalizantes	Aplicar el transporte de masa, momento y energía con base en la mecánica del medio continuo para comprender los mecanismos de transporte en órganos y tejidos a fin de desarrollar productos biomédicos dirigidos con base en los fundamentos de ingeniería de fluidos.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
3	2	0	2	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	27/06/2025
Responsables del diseño	Ana Guadalupe Luque Alcaraz
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Práctica No. 1: Balances Microscópicos de Cantidad de Movimiento. Medición de viscosidades.	<p>Dar soluciones de forma innovadora y creativa respecto a los problemas que enfrenta el sector salud.</p> <p>Implementar metodologías de diseño biomédico.</p>
Práctica No. 2: Propiedades de los fluidos	<p>Diseñar e implementar sistemas integrales y autónomos con tecnología de vanguardia.</p> <p>Conocer equipos médicos y su aplicación para el entorno de la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la salud.</p>
Práctica No. 3: Cálculo del Número de Reynolds	<p>Dar soluciones de forma innovadora y creativa respecto a los problemas que enfrenta el sector salud.</p> <p>Generar propuestas de diseño de prótesis o sistemas biomecánicos y así contribuir con la sociedad.</p>
Práctica No. 4: Mecanismos de transporte a través de la membrana celular	<p>Diseñar propuestas eficientes para disminuir las necesidades de las instituciones del sector salud.</p> <p>Desempeñarse en laboratorios especializados de investigación en la región o en el extranjero.</p>
Práctica No. 5: Difusión de solutos	<p>Implementar metodologías de diseño biomédico.</p> <p>Detectar las áreas de oportunidad para mejorar las condiciones de vida del ser humano.</p>
Práctica No. 6: Diálisis y filtración	<p>Diseñar e implementar sistemas integrales y autónomos con tecnología de vanguardia.</p> <p>Gestión de tecnología médica.</p>
Práctica No. 7: Modelado de transporte en redes vasculares	<p>Generar propuestas de diseño de prótesis o sistemas biomecánicos y así contribuir con la sociedad.</p> <p>Presentar iniciativa para emprender y administrar un centro de investigación o empresa de desarrollos tecnológicos.</p>
Práctica No. 8: Aplicaciones del transporte en sistemas biomédicos	<p>Diseñar propuestas eficientes para disminuir las necesidades de las instituciones del sector salud.</p> <p>Detectar las áreas de oportunidad para mejorar las condiciones de vida del ser humano.</p>

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

- Ingresar solo con autorización del personal docente.
- No manipular equipos sin la supervisión de la o el docente.
- Mantener una conducta responsable y profesional en todo momento.
- Reportar cualquier desperfecto o incidente inmediatamente.
- No introducir alimentos, bebidas o dispositivos no autorizados.
- Mantener el área de trabajo limpia y ordenada al finalizar la sesión.

Reglamento de uniforme

- Uso obligatorio de bata de laboratorio de algodón o material anti-flama.
- Cabello recogido y sin accesorios colgantes.
- Zapato cerrado.
- No se permite el uso de ropa holgada o con elementos metálicos expuestos.
- Uso de guantes, gafas o mascarilla cuando la práctica lo requiera.

Uso adecuado del equipo y materiales

- Leer previamente el instructivo de cada práctica antes de manipular equipos.
- Utilizar los instrumentos de medición y equipos electrónicos conforme a sus especificaciones.
- No desconectar, modificar o alterar las conexiones eléctricas sin autorización.
- Guardar el equipo en su lugar original una vez finalizada la práctica.
- Usar únicamente los materiales indicados en la práctica, evitando desperdicios.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

- Identificar y clasificar los residuos generados (biológicos, electrónicos, químicos).
- Depositar los residuos peligrosos en los contenedores correspondientes.
- No verter líquidos o componentes electrónicos en el lavabo o basurero común.
- Reportar la generación de residuos no contemplados para su disposición adecuada.
- Seguir las indicaciones del docente o responsable del laboratorio.

Procedimientos en caso de emergencia

- Conservar la calma y seguir las instrucciones del responsable del laboratorio.
- Conocer previamente la ubicación de salidas de emergencia, extintores y botiquines.
- En caso de corto circuito, desconectar inmediatamente la fuente de alimentación.
- En caso de lesiones o contacto con sustancias peligrosas, acudir de inmediato al docente responsable.
- Abandonar el laboratorio en orden y según lo indique el protocolo de evacuación.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC I
	Conocer los principios básicos de la mecánica de fluidos aplicados a fluidos fisiológicos para comprender los mecanismos de transporte en flujos de sistemas biológicos complejos con base en los principios fisicoquímicos básicos y a las normas nacionales requeridas en la ingeniería biomédica

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Balances Microscópicos de Cantidad de Movimiento. Medición de viscosidades.	Identificar el fenómeno de viscosidad en fluidos fisiológicos bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con pensamiento crítico
Práctica No. 2	Propiedades de los fluidos	Describir el fenómeno de flujo laminar y flujo turbulento bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica en trabajo colaborativo
Práctica No. 3	Cálculo del Número de Reynolds	Analizar los fenómenos de transporte involucrados los procesos de la transferencia de momentum bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con creatividad.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC II
	Relacionar los fundamentos y aplicaciones del transporte de masa en sistemas biológicos a fin de comprender los mecanismos de transporte en sistemas complejos con base en las normas oficiales aplicadas a la ingeniería biomédica.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 4	Mecanismos de transporte a través de la membrana celular.	Explicar el fenómeno de transporte a través de la membrana celular bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte

		en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con liderazgo.
Práctica No. 5	Difusión de solutos	Aplicar el fenómeno de difusión de solutos bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con responsabilidad social
Práctica 6	Diálisis y filtración	Proponer el fenómeno de diálisis y filtración bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con ética profesional

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	EC III
	Aplicar los mecanismos de transporte en sistemas biológicos complejos mediante la mecánica del medio continuo para modelar instrumentos y dispositivos que puedan suplir o corregir algún defecto en el transporte o dirigir fármacos a determinados tejidos, siguiendo la normatividad vigente y la responsabilidad.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica 7	Modelado de transporte en redes vasculares	Justificar el fenómeno de modelado de transporte en redes vasculares bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con actitud investigadora
Práctica 8	Aplicaciones del transporte en sistemas biomédicos	Integrar el fenómeno de aplicaciones del transporte en sistemas biomédicos bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con resolución de problemas



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	1. Balances Microscópicos de Cantidad de Movimiento, Medición de viscosidades.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar el fenómeno de viscosidad en fluidos fisiológicos bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con pensamiento crítico

FUNDAMENTO TEÓRICO

La viscosidad es una propiedad física fundamental que describe la resistencia de un fluido a fluir bajo una fuerza aplicada. En sistemas biológicos, los fluidos fisiológicos como la sangre, el plasma, y otros líquidos intersticiales presentan un comportamiento viscoso particular que influye directamente en el transporte de nutrientes, hormonas y fármacos a través del cuerpo humano. La comprensión de la viscosidad en estos fluidos es esencial para diseñar y optimizar dispositivos biomédicos como catéteres, bombas y sistemas de liberación de fármacos.

Desde la mecánica de fluidos, la cantidad de movimiento en un volumen de control se describe mediante los balances microscópicos, los cuales permiten establecer ecuaciones diferenciales que modelan el transporte de momento lineal. En el caso de fluidos viscosos, la ley de Newton para la viscosidad relaciona el esfuerzo cortante con el gradiente de velocidad, permitiendo la determinación del coeficiente de viscosidad dinámica. En esta práctica se medirán las viscosidades mediante instrumentos como el viscosímetro de Ostwald y se interpretarán los datos obtenidos desde un enfoque aplicado a la bioingeniería.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Viscosímetro de Ostwald
- Cronómetro
- Termómetro
- Pipetas y tubos de ensayo
- Soluciones fisiológicas (agua, glicerina, suero fisiológico)
- Baño María
- Computadora con hoja de cálculo

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Calibrar el viscosímetro con agua destilada a temperatura ambiente.
2. Medir el tiempo de flujo del agua entre las marcas del viscosímetro.
3. Repetir el procedimiento con las soluciones fisiológicas a diferentes temperaturas.
4. Registrar los tiempos de flujo y calcular la viscosidad relativa y absoluta.
5. Comparar los resultados obtenidos con valores teóricos o referenciales.
6. Analizar la variación de la viscosidad con la temperatura y la naturaleza del fluido.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener tiempos de flujo consistentes que permitan calcular la viscosidad de los diferentes fluidos fisiológicos. Además, se observará una disminución de la viscosidad con el aumento de la temperatura, y diferencias claras entre soluciones como el agua y la glicerina. Estos resultados deben permitir comparar la eficiencia del transporte de fluido en función de sus propiedades físicas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cómo varía la viscosidad con la temperatura?
2. ¿Qué fluido presentó mayor resistencia al flujo y por qué?
3. ¿Cómo influye la viscosidad en el transporte de sustancias en el cuerpo humano?
4. ¿Qué implicaciones tienen los resultados para el diseño de dispositivos biomédicos?
5. ¿Qué limitaciones tuvo el método utilizado para la medición de viscosidad?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La medición de viscosidades en fluidos fisiológicos permite comprender mejor los mecanismos de transporte en sistemas biológicos, y es esencial en el desarrollo de aplicaciones biomédicas. La práctica permitió observar cómo las propiedades físicas influyen en el movimiento del fluido, y la importancia de considerar estas variables en el diseño de tecnologías para la salud. Asimismo, se reforzó la capacidad de análisis crítico y el uso de instrumentos experimentales básicos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar la viscosidad de la sangre en condiciones normales y patológicas.
- Simular el flujo de un fluido viscoso en una red vascular utilizando software de modelado.
- Diseñar una propuesta de dispositivo médico en el que el control de viscosidad sea crítico para su funcionamiento.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none">- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha).- Nombre de la práctica.- Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos).- Objetivos (generales y específicos).- Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes).- Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones).- Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones).- Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos).- Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica).- Fuentes de información (en formato APA 7ª edición).- Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	2. Propiedades de los fluidos
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Describir el fenómeno de flujo laminar y flujo turbulento bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica en trabajo colaborativo

FUNDAMENTO TEÓRICO

El estudio de las propiedades de los fluidos es fundamental para entender el comportamiento de sistemas biológicos donde se produce transporte de masa, energía y cantidad de movimiento. Dos regímenes principales de flujo pueden observarse en estos sistemas: el flujo laminar y el flujo turbulento. El flujo laminar se caracteriza por líneas de corriente paralelas y ordenadas, donde las partículas de fluido se mueven en capas sin mezclarse entre sí. En cambio, el flujo turbulento se presenta cuando hay movimientos irregulares, vórtices y mezcla intensa de las partículas de fluido.

El número de Reynolds permite predecir el tipo de flujo en una situación dada, y se define como la razón entre fuerzas inerciales y viscosas. En sistemas biológicos como los vasos sanguíneos, ambos tipos de flujo pueden estar presentes dependiendo del diámetro del vaso, la velocidad de la sangre y su viscosidad. El conocimiento de estos fenómenos es esencial para el diseño de dispositivos médicos como válvulas, bombas y sistemas de infusión, ya que el tipo de flujo impacta la eficiencia y seguridad del transporte de fluidos. Esta práctica permite observar, medir y comparar los regímenes de flujo bajo condiciones controladas, promoviendo el análisis colaborativo y aplicado al contexto biomédico.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Canal de flujo con paredes transparentes
- Bomba de agua con control de flujo
- Colorantes o trazadores
- Cronómetro
- Termómetro
- Regla o calibrador
- Computadora con software de simulación o análisis de flujo (opcional)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Llenar el canal de flujo con agua limpia.
2. Inyectar trazadores o colorantes en la entrada del canal.
3. Variar el flujo con la bomba e identificar visualmente los regímenes laminar y turbulento.
4. Registrar las condiciones (velocidad, temperatura, geometría del canal) para cada tipo de flujo observado.
5. Calcular el número de Reynolds para los diferentes flujos registrados.
6. Realizar los experimentos en equipos y discutir colectivamente las diferencias entre los tipos de flujo.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que el estudiante pueda observar claramente la transición entre flujo laminar y turbulento. El número de Reynolds calculado permitirá clasificar los flujos observados. Además, se fomentará la colaboración entre los integrantes del equipo para interpretar colectivamente los

resultados obtenidos y asociarlos al transporte en sistemas biológicos reales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuál fue el valor aproximado del número de Reynolds para el flujo laminar?
2. ¿Qué condiciones provocaron el inicio del flujo turbulento?
3. ¿Qué tipo de flujo predomina en los vasos sanguíneos pequeños?
4. ¿Cómo afecta el tipo de flujo a la eficiencia del transporte de nutrientes?
5. ¿Qué implicaciones tienen estos resultados en el diseño de dispositivos biomédicos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La observación y análisis del flujo laminar y turbulento permite entender fenómenos clave del transporte en medios biológicos. La colaboración entre integrantes del equipo enriqueció la interpretación de resultados, y permitió desarrollar habilidades analíticas necesarias en el campo de la ingeniería biomédica. La práctica refuerza la importancia de considerar el régimen de flujo al diseñar tecnologías de salud y estudiar procesos fisiológicos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar aplicaciones clínicas donde el flujo turbulento pueda ser patológico (e.g. estenosis arterial).
- Simular en software el flujo en arterias con bifurcaciones.
- Proponer un diseño experimental para visualizar el flujo en una red capilar artificial.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none">- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha).- Nombre de la práctica.- Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos).- Objetivos (generales y específicos).- Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes).- Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones).- Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones).- Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos).- Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica).- Fuentes de información (en formato APA 7ª edición).- Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

3. Cálculo del Número de Reynolds

Analizar los fenómenos de transporte involucrados los procesos de la transferencia de momentum bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con creatividad.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El número de Reynolds es una magnitud adimensional utilizada para predecir el régimen de flujo de un fluido. Representa la razón entre las fuerzas inerciales y viscosas que actúan sobre el fluido, y se define como $Re = (\rho v d) / \mu$, donde ρ es la densidad del fluido, v es la velocidad, d es el diámetro hidráulico, y μ es la viscosidad dinámica. Este número permite identificar si el flujo es laminar, transicional o turbulento, aspectos esenciales para la comprensión de fenómenos de transporte en sistemas biológicos como la circulación sanguínea, la ventilación pulmonar y otros procesos fisiológicos.

En ingeniería biomédica, el análisis del número de Reynolds es esencial para el diseño de dispositivos médicos que implican flujo de fluidos, como catéteres, bombas de infusión o válvulas protésicas. Evaluar correctamente el régimen de flujo permite mejorar la eficiencia, evitar complicaciones clínicas y optimizar el rendimiento de los dispositivos. En esta práctica, el estudiante calculará el número de Reynolds para distintos casos experimentales, interpretará su significado y correlacionará estos datos con el tipo de flujo observado, aplicando pensamiento creativo para proponer mejoras en sistemas biomédicos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Canal o tubo transparente con entrada de fluido
- Bomba regulable
- Cronómetro
- Regla o calibrador
- Termómetro
- Viscosímetro (si está disponible)
- Tabla de propiedades del fluido
- Computadora con hoja de cálculo o software de simulación

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Montar el sistema de flujo con tubo o canal transparente.
2. Medir y registrar el diámetro del canal y la temperatura del fluido.
3. Variar la velocidad del flujo usando la bomba y medir el tiempo de paso por una distancia conocida.
4. Calcular la velocidad del fluido y el número de Reynolds para cada condición experimental.
5. Clasificar el flujo como laminar, transicional o turbulento según el número de Reynolds.
6. Comparar resultados con literatura y discutir implicaciones prácticas.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que los estudiantes obtengan diferentes valores de número de Reynolds al modificar las

condiciones del experimento, lo cual les permitirá clasificar el régimen de flujo. Se desarrollará la capacidad para identificar la importancia del número de Reynolds en sistemas biológicos y en el diseño de dispositivos médicos. Asimismo, los estudiantes aplicarán creatividad para proponer mejoras en sistemas de flujo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué condiciones experimentales aumentaron el número de Reynolds?
2. ¿Cómo se relaciona la velocidad del fluido con el tipo de flujo?
3. ¿Qué implicaciones tendría un flujo turbulento en un catéter intravenoso?
4. ¿Cómo puede modificarse un diseño biomédico para mantener flujo laminar?
5. ¿Qué utilidad tiene calcular el número de Reynolds en la práctica médica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permitió entender y aplicar el concepto del número de Reynolds como herramienta clave en la caracterización del flujo de fluidos. El análisis de condiciones experimentales y su impacto en el régimen de flujo brinda herramientas útiles para la ingeniería biomédica. La creatividad aplicada a la interpretación de datos y propuestas de mejora refuerza la importancia del pensamiento crítico e innovador en el diseño de dispositivos médicos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar casos clínicos donde el flujo turbulento cause patologías.
- Diseñar un dispositivo biomédico que regule el flujo dentro de un rango laminar.
- Simular flujo con diferentes geometrías usando software libre como OpenFOAM o Ansys Fluent.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> - Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	4. Mecanismos de transporte a través de la membrana celular.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Explicar el fenómeno de transporte a través de la membrana celular bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con liderazgo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La membrana celular es una estructura fundamental que regula el paso de sustancias hacia dentro y fuera de la célula. Su estructura de bicapa fosfolipídica semipermeable permite diversos mecanismos de transporte, que pueden clasificarse como pasivos (difusión simple, difusión facilitada y ósmosis) y activos (transporte activo primario y secundario). La comprensión de estos mecanismos es crucial en la ingeniería biomédica, ya que están directamente involucrados en procesos fisiológicos como la transmisión de señales neuronales, la absorción de nutrientes y la excreción de desechos.

En esta práctica se analizarán los diferentes tipos de transporte celular, con especial énfasis en los mecanismos pasivos y activos. Se observarán ejemplos experimentales que simulan el paso de sustancias a través de membranas semipermeables, y se calcularán variables como el gradiente de concentración y la velocidad de difusión. El conocimiento de estos fenómenos permite a los futuros ingenieros biomédicos diseñar dispositivos que interactúen con células o tejidos, como sistemas de liberación controlada de fármacos o sensores bioelectrónicos, fomentando el liderazgo en soluciones biomédicas innovadoras.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Bolsas de diálisis (membrana semipermeable)
- Soluciones de glucosa, sal y almidón
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitado
- Agua destilada
- Reactivo de Benedicto y lugol
- Mechero, gradilla, termómetro
- Cronómetro
- Balanza
- Computadora o cuaderno de laboratorio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Llenar bolsas de diálisis con distintas soluciones (glucosa, almidón, sal) y sellarlas.
2. Colocar las bolsas en vasos de precipitado con agua destilada durante 30 minutos.
3. Tomar muestras del líquido exterior cada 10 minutos para detectar glucosa y almidón.
4. Aplicar las pruebas químicas (Benedicto para glucosa, Lugol para almidón).
5. Registrar el paso de solutos a través de la membrana para identificar qué sustancias difunden y cuáles no.
6. Analizar los mecanismos involucrados: difusión, ósmosis o exclusión por tamaño molecular.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera observar el paso de ciertas moléculas pequeñas (como glucosa) a través de la membrana, mientras que otras (como el almidón) permanecerán contenidas. El análisis permitirá clasificar los tipos de transporte observados y comprender los factores que afectan el movimiento de sustancias a través de las membranas celulares. Este conocimiento será aplicado en el contexto del diseño de soluciones biomédicas innovadoras.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué tipo de transporte fue observado en cada soluto?
2. ¿Cómo influyó el tamaño molecular en el transporte?
3. ¿Qué importancia tiene la permeabilidad selectiva en una célula?
4. ¿Qué aplicaciones tiene este conocimiento en el desarrollo de dispositivos médicos?
5. ¿Cómo se puede mejorar el diseño experimental para obtener datos más precisos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permitió observar directamente los mecanismos de transporte pasivo a través de una membrana semipermeable, replicando las funciones celulares. Se analizaron los efectos del tamaño molecular, el gradiente de concentración y la composición de la membrana. La reflexión sobre estos mecanismos fortalece la capacidad del estudiante para liderar proyectos relacionados con el diseño de sistemas biomédicos que interactúan a nivel celular.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar el uso de membranas semipermeables en la diálisis renal.
- Diseñar un sistema de liberación controlada de fármacos basado en gradientes de concentración.
- Desarrollar un modelo digital del transporte a través de membranas utilizando software de simulación.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none">- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha).- Nombre de la práctica.- Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos).- Objetivos (generales y específicos).- Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes).- Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones).- Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones).- Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos).- Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica).

- Fuentes de información (en formato APA 7ª edición).
- Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	5. Difusión de solutos
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar el fenómeno de difusión de solutos bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con responsabilidad social

FUNDAMENTO TEÓRICO

La difusión es un proceso físico fundamental mediante el cual las moléculas se desplazan desde una región de mayor concentración a una de menor concentración, impulsadas por su energía cinética. Este fenómeno es crucial en numerosos procesos fisiológicos, como el intercambio gaseoso en los pulmones, la distribución de nutrientes y la eliminación de desechos celulares.

En sistemas biológicos, la difusión puede ser simple o facilitada, dependiendo de si las moléculas cruzan libremente la membrana celular o si requieren proteínas transportadoras. La tasa de difusión está influenciada por factores como el tamaño molecular, el gradiente de concentración, la temperatura, y la naturaleza del medio en el que ocurre.

Comprender el fenómeno de difusión permite a los ingenieros biomédicos desarrollar dispositivos que optimicen el transporte de fármacos, el diseño de biomateriales o la simulación de procesos fisiológicos. Esta práctica tiene como finalidad fortalecer la capacidad de observación, análisis y aplicación de principios físico-químicos para la solución de problemas reales en el ámbito de la salud, promoviendo la responsabilidad social en el diseño de tecnologías médicas.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Tubos de ensayo
- Agar preparado en placas Petri
- Soluciones colorantes (permanganato de potasio, azul de metileno)

- Cronómetro
- Regla milimetrada
- Gradilla para tubos
- Termómetro
- Cámara o celular para registro visual
- Libreta de laboratorio

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Colocar agar en placas Petri y dejar solidificar.
2. Realizar pequeños orificios en el centro del agar.
3. Añadir cuidadosamente gotas de soluciones colorantes en los orificios.
4. Observar y medir el avance del colorante a intervalos de 5 minutos durante al menos 30 minutos.
5. Registrar el diámetro de difusión en cada intervalo.
6. Analizar los resultados considerando el tipo de colorante y las condiciones ambientales.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera observar un patrón concéntrico de difusión del colorante en el agar, con una expansión progresiva a lo largo del tiempo. La tasa de difusión variará dependiendo de las características del soluto, como su tamaño molecular y polaridad. Los datos obtenidos permitirán calcular velocidades relativas de difusión y analizar la influencia de los factores físicos implicados en el proceso.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuál fue la tasa de difusión observada para cada soluto?
2. ¿Qué factores físicos influyeron en la difusión?
3. ¿Cómo se relacionan los resultados con la teoría de difusión molecular?
4. ¿Qué aplicaciones médicas pueden derivarse de este fenómeno?
5. ¿Cómo se puede extrapolar este experimento a un modelo fisiológico real?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permitió observar el fenómeno de difusión como mecanismo fundamental de transporte en medios biológicos. Los resultados evidenciaron la relación entre gradientes de concentración y movimiento molecular. Estas observaciones son esenciales en el desarrollo de tecnologías para el diagnóstico, tratamiento y monitoreo clínico, promoviendo el compromiso con el bienestar social y el respeto por la salud pública.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar ejemplos reales de difusión en tejidos humanos (pulmones, intestinos).
- Simular mediante software la difusión de fármacos en un tejido modelo.
- Analizar la aplicación de membranas poliméricas en la liberación controlada de medicamentos.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> - Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	6. Diálisis y filtración
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Proponer el fenómeno de diálisis y filtración bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con ética profesional

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La diálisis y la filtración son procesos fundamentales de transporte de solutos en sistemas biológicos y tecnológicos. Ambos mecanismos permiten separar componentes de una mezcla en función de su tamaño molecular y de la permeabilidad de la membrana. La filtración es un proceso físico en el que un fluido pasa a través de una membrana o material poroso que retiene las partículas mayores mientras deja pasar los componentes más pequeños. Es fundamental en procesos como la filtración glomerular en los riñones humanos.</p> <p>Por otro lado, la diálisis es un proceso de difusión a través de una membrana semipermeable que permite el paso de pequeñas moléculas mientras impide el de moléculas más grandes. Se basa en el gradiente de concentración y es un principio básico utilizado en la hemodiálisis, técnica terapéutica que permite eliminar desechos y exceso de agua en pacientes con insuficiencia renal.</p> <p>Ambos procesos tienen amplias aplicaciones en la ingeniería biomédica, desde el diseño de dispositivos de purificación de sangre, sistemas de liberación de fármacos hasta en la creación de modelos artificiales de órganos. Comprender estos mecanismos favorece el diseño ético y</p>

funcional de tecnologías para la salud humana.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Bolsas de diálisis (membranas semipermeables)
- Solución de almidón
- Solución de glucosa
- Vaso de precipitados
- Agua destilada
- Reactivo de Benedict
- Yodo o lugol
- Gradilla para tubos
- Tubos de ensayo
- Cronómetro
- Pipetas y puntas

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Llenar una bolsa de diálisis con una mezcla de solución de almidón y glucosa.
2. Cerrar herméticamente la bolsa y sumergirla en un vaso con agua destilada.
3. Dejar reposar durante 30 minutos.
4. Extraer una muestra del contenido exterior e interior de la bolsa.
5. Añadir yodo a cada muestra para detectar almidón y reactivo de Benedict para detectar glucosa.
6. Calentar las muestras con Benedict y observar los cambios de color.

RESULTADOS ESPERADOS

se espera que la glucosa atravesase la membrana de la bolsa de diálisis, siendo detectada en el medio externo por el cambio de color con el reactivo de Benedict. El almidón, debido a su mayor tamaño molecular, no atraviesa la membrana, y solo será detectado dentro de la bolsa por el cambio de color al añadir yodo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué soluto logró atravesar la membrana semipermeable?
2. ¿Qué propiedades de la glucosa y el almidón explican los resultados observados?
3. ¿Cómo se relaciona este experimento con el proceso de hemodiálisis?
4. ¿Qué importancia tiene la selección de membranas en aplicaciones clínicas?
5. ¿Qué criterios éticos deben considerarse en el uso de tecnologías de filtración aplicadas al cuerpo humano?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permitió observar y diferenciar los principios de filtración y diálisis, fundamentales en sistemas biológicos y dispositivos médicos. Los resultados reflejan el comportamiento selectivo de las membranas semipermeables frente a diferentes solutos, proporcionando una base para el

diseño y análisis de tecnologías biomédicas. Se enfatiza la necesidad de aplicar estos conocimientos con responsabilidad y ética profesional, considerando el bienestar de los pacientes y la seguridad de los procedimientos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar tipos de membranas utilizadas en hemodiálisis y su composición.
- Diseñar un modelo de filtro biológico para simular un riñón artificial.
- Comparar resultados con una práctica de difusión simple.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> - Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

7. Modelado de transporte en redes vasculares

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

Justificar el fenómeno de modelado de transporte en redes vasculares bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con actitud investigadora

FUNDAMENTO TEÓRICO

El transporte de fluidos en redes vasculares es un aspecto esencial en fisiología humana y en ingeniería biomédica. Las redes vasculares, como arterias, venas y capilares, presentan una estructura ramificada compleja que influye significativamente en la dinámica del flujo sanguíneo. Modelar este transporte permite comprender cómo se distribuyen los nutrientes, gases y fármacos en el organismo.

Desde el punto de vista de la mecánica de fluidos, se aplican principios como la ley de Poiseuille, la ecuación de continuidad y la conservación del momento. Estos principios permiten analizar el comportamiento del flujo laminar en vasos de diferente calibre y su impacto en la presión, velocidad y resistencia del sistema.

El modelado de redes vasculares emplea herramientas matemáticas y computacionales para simular el flujo en bifurcaciones, constricciones y anastomosis, lo cual es crucial para el diseño de

prótesis vasculares, stents y dispositivos implantables. Además, el modelado se usa en diagnósticos clínicos para estudiar patologías como la hipertensión o la aterosclerosis.

Comprender el modelado del transporte vascular fomenta el desarrollo de soluciones innovadoras para monitorear, intervenir y simular condiciones fisiológicas, con aplicaciones directas en el diseño de dispositivos biomédicos seguros y eficaces.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Mangueras plásticas de distintos diámetros
- Jeringas o bombas peristálticas
- Colorantes alimentarios
- Agua
- Recipientes de recolección
- Cronómetro
- Regla o cinta métrica
- Manómetro o sensor de presión (si disponible)
- Bifurcaciones y conexiones en Y
- Computadora con software de modelado (opcional)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Diseñar un sistema de mangueras conectadas simulando una red vascular con bifurcaciones.
2. Llenar las mangueras con agua coloreada y conectar la bomba o jeringa en un extremo para simular el bombeo del corazón.
3. Inyectar el fluido en el sistema mientras se cronometra el tiempo de llegada del fluido a diferentes extremos.
4. Medir el diámetro, longitud y distribución de flujo en cada segmento.
5. Repetir con distintos diámetros y configuraciones.
6. Registrar las presiones y tiempos si se cuenta con sensores.
7. Analizar el comportamiento del flujo según la geometría de la red.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera observar diferencias en la velocidad del flujo y la presión en función del diámetro de las mangueras y la disposición de la red. El modelo permitirá visualizar cómo el flujo se reparte en diferentes caminos y cómo las constricciones afectan la distribución del fluido, simulando condiciones fisiológicas reales.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cómo influye el diámetro de la manguera en la velocidad del flujo?
2. ¿Qué analogía se puede hacer entre la red de mangueras y el sistema circulatorio humano?
3. ¿Qué ocurre cuando se simula una obstrucción en una de las ramas?
4. ¿Cómo afecta la bifurcación al comportamiento del fluido?
5. ¿Qué aplicaciones clínicas se pueden derivar de este tipo de modelos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El modelado del transporte en redes vasculares permite analizar el flujo sanguíneo en condiciones normales y patológicas, ofreciendo herramientas para la comprensión del sistema circulatorio y para el diseño de dispositivos médicos. La simulación de redes en condiciones controladas fomenta el desarrollo de competencias analíticas y una actitud investigadora en el futuro ingeniero biomédico.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Simular el flujo con un software de dinámica de fluidos.
- Investigar estudios clínicos que utilicen modelado vascular.
- Diseñar un modelo alternativo que incluya una válvula o resistencia simulada.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none"> - Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	8. Aplicaciones del transporte en sistemas biomédicos
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar el fenómeno de difusión de solutos bajo condiciones controladas para comprender mecanismos de transporte en sistemas biológicos en el contexto de la ingeniería biomédica con responsabilidad social

FUNDAMENTO TEÓRICO

El transporte de sustancias en sistemas biomédicos es un fenómeno fundamental que abarca mecanismos como la difusión, la ósmosis y la convección. Estos procesos permiten el movimiento de solutos y solventes a través de membranas y medios biológicos, facilitando funciones fisiológicas vitales como el intercambio gaseoso, la absorción de nutrientes y la eliminación de desechos.

En ingeniería biomédica, el conocimiento profundo de estos mecanismos permite el diseño de dispositivos terapéuticos, sistemas de liberación controlada de fármacos, membranas para hemodiálisis y sensores biomédicos. La correcta modelación y simulación de estos procesos permite optimizar la eficiencia de tecnologías médicas y contribuir a diagnósticos más precisos y tratamientos más personalizados.

Aplicar estos principios en condiciones controladas permite a los futuros ingenieros biomédicos comprender los parámetros que influyen en el transporte de sustancias, tales como el gradiente de concentración, la permeabilidad de las membranas, el coeficiente de difusión y la geometría del sistema. Además, estos conocimientos deben ir acompañados de una visión ética y socialmente responsable, pues muchas tecnologías biomédicas están directamente relacionadas con el bienestar humano.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

- Membranas semipermeables
- Soluciones salinas a diferentes concentraciones
- Colorantes (azul de metileno o rojo congo)
- Vasos de precipitado
- Tubos de ensayo
- Pipetas y cronómetro
- Cámara de difusión (si se cuenta)
- Termómetro
- Agua destilada

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Preparar dos soluciones salinas con diferentes concentraciones.
2. Llenar dos vasos de precipitado con las soluciones y colocar una membrana semipermeable entre ellos.
3. Agregar un colorante a una de las soluciones para visualizar el movimiento del soluto.
4. Registrar el tiempo y observar el cambio de coloración en el segundo vaso.
5. Repetir el procedimiento variando la temperatura y el tipo de membrana.
6. Calcular el coeficiente de difusión con base en el tiempo y la distancia recorrida.
7. Comparar la eficiencia de difusión bajo distintas condiciones experimentales.

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera observar una transferencia visible del colorante a través de la membrana hacia la solución menos concentrada, evidenciando el fenómeno de difusión. El tiempo requerido y la velocidad del proceso variarán según las condiciones aplicadas, como la temperatura o el tipo de membrana utilizada.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cómo afecta la diferencia de concentración al proceso de difusión?
2. ¿Qué papel juega la temperatura en la velocidad de difusión?
3. ¿Qué aplicaciones biomédicas se basan en principios de difusión?
4. ¿Qué parámetros son críticos para controlar la difusión en un dispositivo biomédico?
5. ¿Cómo se podría aplicar este conocimiento para desarrollar un sistema de liberación de fármacos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permite comprender cómo se lleva a cabo el transporte de solutos a través de membranas y medios biológicos, y cómo este conocimiento puede ser utilizado en el diseño de dispositivos biomédicos como sistemas de liberación de fármacos o membranas para diálisis. La responsabilidad social del ingeniero biomédico se ve reflejada en su capacidad para diseñar tecnologías que mejoren la calidad de vida respetando la ética profesional y el bienestar humano.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Investigar dispositivos médicos que operen con base en el principio de difusión.
- Diseñar un sistema de liberación controlada de fármacos basado en gradientes de concentración.
- Analizar un caso clínico en el que la difusión sea un parámetro crítico.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	<ul style="list-style-type: none">- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha).- Nombre de la práctica.- Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos).- Objetivos (generales y específicos).- Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes).- Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones).- Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones).- Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos).- Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica).- Fuentes de información (en formato APA 7ª edición).- Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE

INFORMACIÓN

- Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2014). *Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones*. McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.mheducation.com.mx/mecanica-de-fluidos-fundamentos-y-aplicaciones.html>
- Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J. (2015). *Introducción a la mecánica de fluidos*. Cengage Learning. Disponible en: <https://www.cengage.com.mx/introduccion-a-la-mecanica-de-fluidos-fox/>
- White, F. M. (2011). *Mecánica de fluidos* (7ª ed.). McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.mheducation.com.mx/mecanica-de-fluidos-white-7ed.html>
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). *Biología molecular de la célula* (6.ª ed.). Editorial Médica Panamericana. <https://www.medicapanamericana.com/Libros/Libro/15498/Biologia-molecular-de-la-celula>
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2017). *Lehninger Principios de Bioquímica* (7.ª ed.). Editorial Reverté. https://www.reverte.com/libro/lehninger-principios-de-bioquimica_9788494966283/
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2017). *Principios de Anatomía y Fisiología* (15ª ed.). Editorial Médica Panamericana. <https://www.medicapanamericana.com/libro/9788498359449>
- Sherwin, S. J., & Peiró, J. (2017). *Computational modelling of blood flow in arteries*. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 375(2096), 20160252. <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0252>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2020). *Tratado de fisiología médica* (14.ª ed.). Elsevier. <https://www.elsevier.com/es-mx/books/tratado-de-fisiologia-medica/guyton/978-84-9113-213-7>
- Byron Bird, R., Stewart, W. E. & Lightfoot, E. N. (2002). Fenómenos de transporte. United State: John Wiley & Sons.
- Fournier, R. L. (2011). Basic transport phenomena in biomedical engineering. CRC press.
- Truskey, G., Yuan, F., & Katz D. (2009). Transport phenomena in biological systems. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

NOM-017-STPS-2008: Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo

ANEXOS



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

