

Curso Académico: (2024 / 2025)

Fecha de revisión: 19-12-2023

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Bioingeniería

Coordinador/a: RIPOLL LORENZO, JORGE

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 3 Cuatrimestre : 1

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Se recomienda haber completado Cálculo I y II , Física I y II. También es recomendable, pero no obligatorio, haber completado ecuaciones diferenciales , Biomecánica de Medios Continuos II (líquidos) y Métodos Numéricos en Biomedicina.

COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

RA3: Ser capaces de realizar diseños conceptuales para aplicaciones de bioingeniería de acuerdo a su nivel de conocimiento y comprensión, trabajando en equipo. El diseño abarca dispositivos, procesos, protocolos, estrategias, objetos y especificaciones más amplias que las estrictamente técnicas, lo cual incluye conciencia social, salud y seguridad, y consideraciones medioambientales y comerciales.

RA4: Ser capaces de usar métodos apropiados para llevar a cabo estudios y resolver problemas del ámbito biomédico, en consonancia con su nivel de conocimiento. La investigación implica la realización de búsquedas bibliográficas, el diseño y ejecución de prácticas experimentales, la interpretación de datos, la selección de la mejor propuesta y la comunicación de los conocimientos, ideas y soluciones en el ámbito de su campo de estudio. Puede requerir la consulta de bases de datos, normas y procedimientos de seguridad.

CB1: Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2: Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3: Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CG2: Capacidad para diseñar, redactar y desarrollar proyectos científico-técnicos en el ámbito de la ingeniería biomédica.

CG4: Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética, social y profesional de la actividad del ingeniero biomédico. Capacidad de liderazgo, innovación y espíritu emprendedor.

CG7: Redactar, representar e interpretar documentación científico-técnica.

ECRT30: Adquirir las bases para la resolución de problemas relacionados con aplicaciones en ingeniería biomédica referentes a transporte de momento, calor y masa. Los alumnos serán capaces de formular las ecuaciones diferenciales que representan al problema físico que se está estudiando, serán capaces de aplicar ecuaciones de conservación de masa y determinar flujos en geometrías diversas, y distinguir entre formas de transporte ya sea convección, difusión, o una combinación de ambas.

CT1: Capacidad de comunicar los conocimientos oralmente y por escrito, ante un público tanto especializado como no especializado.

CT2: Capacidad de establecer una buena comunicación interpersonal y de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales.

CT3: Capacidad de organizar y planificar su trabajo tomando las decisiones correctas basadas en la información disponible, reuniendo e interpretando datos relevantes para emitir juicios dentro de su área

de estudio.

OBJETIVOS

En este curso los estudiantes obtendrán los fundamentos sobre la comprensión y resolución de problemas relacionados con las aplicaciones de ingeniería biomédica de momento, calor y fenómenos de transporte de masa. Al final del curso, cada alumno será capaz de:

- Formular las ecuaciones diferenciales que representan la situación física de los problemas biomédicos relacionados con la masa, cantidad de movimiento, o transferencia de calor (o combinaciones de éstos) y determinar las condiciones de contorno adecuadas.
- Aplicar las leyes de conservación de flujo para describir el sistema para diversas geometrías, en particular para el flujo a través de un conducto.
- Distinguir entre los modos de transferencia de calor o de transferencia de masa, explicar las analogías entre transferencia de calor y masa y aplicar las ecuaciones correctas para describir cada modo.
- Determinar los coeficientes de transferencia de masa por convección utilizando analogías apropiadas para la situación geométrica.
- Utilizar software de modelado (Matlab) para modelar problemas de transporte de masas y analizar datos experimentales.

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Intro. Introducción al transporte en Sistemas Biológicos:

1. Introducción,

- 1.1. El papel del transporte Procesos en Sistemas Biológicos,
- 1.2. Definición de Procesos de transporte (difusión, convección, Transporte por interacción)
- 1.3. Importancia relativa de convección y Difusión,
- 1.4. Transporte intracelular (transporte a través de la membrana celular, el transporte dentro de la célula,
- 1.5. Transporte Transcelular (uniones entre las células, células epiteliales, células endoteliales)
- 1.6. Sistemas de Transporte fisiológicos (Sistema cardiovascular, sistema respiratorio, tracto gastrointestinal, hígado, riñones, función integrada de Órgano)
- 1.7. Aplicación de los Procesos de transporte en la enfermedad de Patología, tratamiento y desarrollo de dispositivos (Procesos de transporte y Aterosclerosis, Procesos de transporte, órganos artificiales, e Ingeniería de Tejidos)
- 1.8. Importancia relativa de Transporte y de Procesos de Reacción

Parte I. Introducción a la Mecánica de fluidos fisiológicos:

2. Relaciones de Conservación y Balance de Momento:

- 2.1. Introducción,
- 2.2. Cinemática de fluidos (volúmenes de control, campo de velocidad, Caudal, aceleración)
- 2.3. Relaciones de conservación y condiciones de contorno (conservación de la masa, Balance de Momento, fuerzas, condiciones de frontera)
- 2.4. Estática de Fluidos (estático de equilibrio, la tensión superficial, la membrana y la tensión cortical)
- 2.5. Relaciones constitutivas (Ley de la viscosidad de Newton, reológico newtoniana, comportamiento viscoelástico dependiente del tiempo)
- 2.6. Flujo laminar y turbulento
- 2.7. Aplicación de Balance de Momento (flujo inducido por una placa deslizante, Flujo a través de un canal rectangular estrecho, Flujo a través de un tubo cilíndrico, Flujo de un fluido y Ley de alimentación en un tubo cilíndrico, flujo entre cilindros)
- 2.8 Reología y flujo de sangre

3. Relaciones de Conservación para el transporte de fluidos, análisis dimensional y escalar:

- 3.1. Introducción,
- 3.2. Forma diferencial de la ecuación de conservación de la masa en tres dimensiones (forma general de la ecuación de conservación de la masa, la Conservación de la Masa en Fluidos incompresibles)
- 3.3. Forma diferencial de la conservación del momento lineal y de las ecuaciones de Navier-Stokes en tres dimensiones (forma general de la ecuación de conservación del momento lineal, la ecuación de Navier-Stokes)

4. Métodos aproximados para el Análisis de flujo fisiológico complejo:

- 4.1. Introducción,

- 4.2. Forma Integral de la ecuación de conservación de la masa,
- 4.3. Forma Integral de la ecuación de conservación del momento lineal)

Parte II. Fundamentos y Aplicaciones de Transporte de Masa en Sistemas Biológicos:

5. Transporte de Masa en Sistemas Biológicos:

- 5.1. Introducción
- 5.2. Flujos de solutos en mezclas (transporte en soluciones diluidas)
- 5.3. Relaciones Conservación (Ecuación de conservación de la masa para una mezcla, condiciones de frontera)
- 5.4. Relaciones constitutivas (Ley de Difusión de soluciones diluidas de Fick, Difusión en soluciones concentradas)
- 5.5. Difusión como un camino aleatorio
- 5.6. Estimación de Coeficientes de difusión en solución (propiedades de transporte de proteínas, El Stokes-Einstein Equation, Estimación de coeficientes de resistencia de fricción, los efectos de la forma de la superficie real y la hidratación, correlaciones)
- 5.7. Difusión independiente del tiempo en una dimensión (Difusión en coordenadas rectangulares, Difusión Radial en coordenadas cilíndricas, Difusión Radial en coordenadas esféricas)
- 5.8. Difusión inestable en una dimensión (Difusión unidimensional en un medio semi-infinito, Difusión inestable unidimensional en un Medio Finito , Modelo de difusión de un soluto en una esfera de un baño bien agitada)

6. Difusión con convección o eléctricos Potenciales:

- 6.1. Introducción
- 6.2. Ley de Fick de la difusión y de flujos de solutos,
- 6.3. Conservación de la Masa para soluciones diluidas (Transporte en mezclas de multicomponentes)
- 6.4. Análisis Dimensional
- 6.5 Difusión y convección (difusión a través de las paredes de un canal: solución de contacto corto)
- 6.6 . Formulación macroscópica de Relaciones Conservación para soluciones diluidas
- 6.7 . Coeficientes de transferencia de masa
- 6.8 . Transferencia de Masa a través de membranas : Aplicación a hemodiálisis

7. Transferencia de calor

- 7.1 . introducción
- 7.2 . Primera Ley de la Termodinámica y Metabolismo
- 7.3 . Conducción de Calor estable e inestable
- 7.4 . Transferencia de Calor convectivo
- 7.5 . Transferencia de energía por evaporación
- 7.6 . Metabolismo y Regulación de la temperatura corporal (homeostasis)

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

SEMINARIOS:

Debido a la gran cantidad de temas tratados y su carácter multidisciplinar, es importante que el estudiante haga un estudio sobre el tema antes de la clase.

- 1) Seminarios: Durante las conferencias se presentará el tema propuesto, siempre fomentando el debate.
- 2) Sesiones de debate: Cuando el tema lo permita, se formarán sesiones de debate para resolver problemas específicos relacionados con el tema actual, con la idea principal de aumentar la comprensión del problema y el desarrollo de diferentes estrategias para resolverlo, haciendo hincapié en el hecho de que casi siempre hay diferentes soluciones para el mismo problema.
- 3) Presentaciones orales: Por lo menos una vez durante el curso cada estudiante tendrá la oportunidad de hacer una breve presentación oral sobre un tema relacionado con el curso. Estas presentaciones orales serán preparadas en grupos de entre 4 y 6 alumnos (un "Equipo") y tienen una duración de aprox. 10 minutos por estudiante. Estas presentaciones se harán mediante un video editado por el grupo, que se proyectará a la clase durante los últimos días del curso.

EQUIPOS

Durante las clases en grupos reducidos se formarán los siguientes equipos:

TEAM Cardio

TEAM Vascular
TEAM Hemoglobina
TEAM Gastro
TEAM Glomerulus
TEAM Joints

Cada alumno pertenecerá a uno de estos equipos, teniendo un número aproximado de 7 alumnos por equipo, siempre buscando un equilibrio entre el número de alumnos por cada equipo. Los equipos se reunirán varias sesiones para preparar un VIDEO sobre su tema principal de 50 minutos, en la que se expondrá la biología, la física y los órganos artificiales existentes, un problema para ser resuelto en clase, y dos preguntas tipo test.

DEBERES:

Las tareas serán asignadas con frecuencia durante el curso. La tarea es ayudar a cada alumno practique la configuración y la solución de problemas de movimiento, calor y transferencia de masa. Para cada tarea, se requiere que todos los problemas se hayan resuelto. Todos los problemas serán puntuados por el esfuerzo. Se otorgará crédito sólo para los problemas para los que el estudiante ha hecho un claro intento de resolver el problema correctamente. Todos los trabajos deben ser entregados al comienzo de la clase en la fecha propuesta. No se aceptarán trabajos entregados fuera de plazo.

PREGUNTAS TIPO TEST:

Durante las clases de mostrarán preguntas tipo test para ser contestadas mediante una página web con el móvil de cada alumno.

SESIONES DE LABORATORIO:

Para estas sesiones la clase se dividirá en sus grupos reducidos, y cada experimento se realizará de forma individual. Durante estas sesiones mediante experimentos sencillos se estudiarán los conceptos básicos de transporte y de flujo. El objetivo principal durante estas sesiones es comprender la física detrás del experimento y cómo se relaciona con la teoría que se presenta durante los seminarios, para obtener datos experimentales rigurosos, para analizar estos datos, y finalmente a presentar estos datos como un informe científico. Se usará Matlab para el análisis de datos, y los estudiantes se podrán agrupar en grupos de hasta 3 alumnos para preparar el informe.

IMPORTANTE: Las sesiones de laboratorio tendrán lugar durante las dos primeras semanas del curso. La asistencia es obligatoria.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen Final:	30
Peso porcentual del resto de la evaluación:	70

La calificación final será una combinación de Sesiones de laboratorio (10%), la evaluación continua (60%) y examen final (30%), en particular:

- 1) Sesiones de laboratorio (10%): Esfuerzo, metodología y el ingenio, no tanto por la precisión del resultado final, serán los puntos relevantes en el informe. Lo importante es presentar los resultados, aunque fuesen negativos, de una manera científica, explicando en detalle por qué el experimento falló (en caso de que fallase) o el análisis de los resultados a fondo en caso de que se haya realizado correctamente. La asistencia a todas las sesiones es obligatoria. El 50% de la nota serán la memoria con los resultados, el 40% el trabajo en equipo de investigación que tendrá lugar durante las sesiones de laboratorios, y el 10% restante el QUIZ del vídeo de cada sesión.
- 2) Evaluación continua (60%): Dentro de esta categoría tendremos puntuación para la Presentación Oral que cada estudiante hará junto con su Equipo (20%), un examen escrito (20%), los deberes (10%) y los QUIZ que se hacen en clase (10%).
- 3) EXAMEN FINAL (30%): El examen final será un examen escrito y se llevará a cabo al final del curso, siendo común para todos los estudiantes. En él se incluirán problemas de fluidos (un 20% del examen) y de difusión (un 70% del examen). La puntuación mínima para que el resultado haga media en la calificación global de la asignatura es de 4,0 sobre 10, con independencia de las calificaciones obtenidas en la evaluación continua.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

La nota de la continua se guarda para la extraordinaria, en caso de que el alumno no haya aprobado el examen final. La nota final en esta convocatoria será la nota máxima entre un 30% de examen y un 60% de continua, y un 100% de examen extraordinario. Aquellos alumnos que deseen presentarse a subir nota pueden hacerlo, siempre teniendo en cuenta que la nota del examen final anterior no podrá

Peso porcentual del Examen Final:	30
Peso porcentual del resto de la evaluación:	70

ser tomada en consideración a la hora de hacer las medias.

ALUMNOS DE INTERCAMBIO EN EL EXTRANJERO

Los alumnos matriculados que se encuentren realizando una estancia en el extranjero, al no poder realizar las tareas presenciales (experimentos - 10%, investigación en grupo y presentación oral - 20%) no podrán optar a más del 70% de la nota en primera convocatoria (30% examen final, 20% mid-term realizado online, 10% del homework) teniendo opción al 100% de la nota si se presentan al examen final en la convocatoria extraordinaria.

COPIA O FRAUDE

No se tolerará la copia o el fraude en ninguna de las actividades que componen esta asignatura. Dependiendo de la severidad del caso, las medidas que se tomarán oscilarán entre un mínimo de un cero en la actividad hasta una acción disciplinaria sometida al consejo de la escuela politécnica.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Mark Johnson and C. Ross Ethier Problems for Biomedical Fluid Mechanics and Transport Phenomena, Cambridge University Press; 1 edition, 2013
- G.A. Truskey, F. Yuan, and D.F. Katz Transport Phenomena in Biological Systems, 2nd edition, Pearson Prentice Hall, 2009

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- F.P. Incropera, D.P. DeWitt, T.L. Bergman, and A.S. Lavine Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 6th edition, John Wiley & Sons, 2007
- G. K. Batchelor An Introduction to Fluid Dynamics , Cambridge University Press, 2000
- Olivier Darrigol Worlds of Flow, Oxford University Press, 2005