

Curso Académico: ( 2024 / 2025 )

Fecha de revisión: 14-04-2024

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos

Coordinador/a: RODRIGUEZ RODRIGUEZ, FRANCISCO JAVIER

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 2 Cuatrimestre : 2

**REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)**

Cálculo I y II  
Álgebra Lineal  
Ecuaciones Diferenciales  
Física I y Física II  
Biomecánica del medio continuo I (mecánica del sólido)

**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.

CG11: Capacidad para la resolución de los problemas característicos de la teoría de medios continuos que puedan plantearse en la ingeniería y en la ciencias biomédicas.

ECRT13: Capacidad para la resolución de los problemas característicos de la teoría de medios continuos que puedan plantearse en la ingeniería y la biomedicina. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: mecánica de sólidos, mecánica de fluidos y teoría del transporte en medios continuos de carácter biológico.

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

- Los estudiantes deben familiarizarse con los conceptos básicos de la Mecánica de Fluidos: leyes de conservación, análisis dimensional, simplificación de las ecuaciones generales, etc.
- Los estudiantes deben adquirir fluidez en el uso de las herramientas matemáticas usadas comúnmente en Mecánica de Fluidos: ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, uso de diferentes sistemas de coordenadas, integrales de superficie y volumen, variable compleja, etc.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

- 1.- Introduction to fluid mechanics
  - 1.1. Solids, liquids and gases
  - 1.2. The continuum hypothesis
  - 1.3. Density, velocity and internal energy
  - 1.4. Local thermodynamic equilibrium. Equations of state.
- 2.- Kinematics of the fluid flow
  - 2.1. Eulerian and Lagrangian descriptions
  - 2.2. Uniform flow. Steady flow. Stagnation points.
  - 2.3. Trajectories. Paths. Streamlines.
  - 2.4. Substantial derivative. Acceleration.
  - 2.5. Circulation and vorticity. Irrotational flow. Velocity potential.
  - 2.6. Stream function
  - 2.7. Strain-rate tensor
  - 2.8. Convective flux. Reynolds transport theorem.
- 3.- Conservation laws in fluid mechanics
  - 3.1. Continuity equation in integral form
  - 3.2. Volume and surface forces
  - 3.3. Stress tensor. Navier-Poisson law
  - 3.4. Forces and moments on submerged bodies.
  - 3.5. Momentum equation in integral form. Angular momentum equation.
  - 3.6. Heat conduction vector. Energy equation in integral form.
- 4.- The Navier-Stokes equations
  - 4.1. Navier-Stokes equations.
  - 4.2. Initial and boundary conditions.
  - 4.3. Bernoulli's equation
- 5.- Dimensional analysis
  - 5.1. Dimensional analysis. The Pi theorem.
  - 5.2. Applications
  - 5.3. Nondimensionalization of the Navier-Stokes equations
  - 5.4. Dimensionless numbers in fluid mechanics
- 6.- Viscous flows with applications to biomedical problems: circulatory flow, flow in airways, flow at the cell's scale
  - 6.1. Unidirectional flows
  - 6.2. The Stoke's problem
  - 6.3. Quasi-one-directional flow
  - 6.4. Applications to flows of interest in biology

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales: los conceptos principales de la Mecánica de Fluidos se derivarán de manera rigurosa usando herramientas físicas y matemáticas.

Clases en grupo reducido: se usarán los conceptos deducidos en las clases magistrales para resolver problemas. Además, se introducirán nuevos conceptos a través de ejemplos concretos.

Ejercicios para hacer en casa: el alumno realizará en casa dos ejercicios correspondientes a dos áreas de la Mecánica de Fluidos.

Clases de laboratorio: los estudiantes se familiarizarán con el uso de herramientas numéricas (computacionales) para resolver un flujo canónico de interés biomédico.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

<b>Peso porcentual del Examen Final:</b>	40
<b>Peso porcentual del resto de la evaluación:</b>	60

- 1) Examen parcial. Cubrirá aproximadamente la mitad del programa. Si la nota es  $\geq 5.0$ , el estudiante no necesita examinarse de esta parte en el final (40% de la nota total)
- 2) Examen final. Cubrirá la segunda mitad del programa. Además, el estudiante tendrá otra oportunidad de aprobar el examen sobre los contenidos de la primera mitad. Se requiere una nota media de 5.0 en el final para aprobar el curso (40% de la nota total)
- 3) Ejercicios de casa (10%). Los estudiantes deberán entregar los ejercicios propuestos para hacer en casa.
- 4) Sesiones de laboratorio (4): análisis semi-analítico y simulación numérica del flujo en una arteria. Caracterización experimental del mismo usando Velocimetría por Imágenes de Partículas (PIV). Los informes del laboratorio supondrán 10% de la nota final.

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- G.I. Barenblatt Scaling, Cambridge University Press, 2003
- G.K. Batchelor An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 2000
- Landau L.D., Lifshitz E.M. Fluid Mechanics, Pergamon Press, 1989
- Y.C. Fung Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues, Second Edition, Springer; 2nd edition, 1993
- Y.C. Fung Biomechanics: Circulation, Springer; 2nd edition, 1996
- Y.C. Fung Biomechanics: Motion, Flow, Stress, and Growth, Springer, 1998