

## 69306 - Modelado del comportamiento de tejidos músculo-esqueléticos

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	547 - Máster Universitario en Ingeniería Biomédica
<b>Créditos</b>	3.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Segundo Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura optativa forma parte de la materia *Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos*, dentro de la especialidad en *Biomecánica y Biomateriales Avanzados*.

En esta asignatura se profundiza en el desarrollo de modelos de comportamiento para los principales tejidos del sistema músculo-esquelético, fundamentalmente hueso, cartílago, ligamentos, tendones y músculo. Se establecerá una diferenciación clara entre el modelado del comportamiento biomecánico de los tejidos duros (hueso) y blandos (ligamentos y tendones, cartílago, y músculo). Los modelos se presentarán haciendo hincapié en resaltar aquellos factores que condicionen la implementación y uso en un código de elementos finitos, para poder así abordar la simulación de problemas biomecánicos de diferentes órganos y/o articulaciones. Se comenzará con los modelos presentados en la asignatura de Biomecánica y Materiales y se procederá a la particularización de los mismos incorporando los aspectos principales de cada tejido, tanto en régimen elástico como inelástico.

#### 1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras (MMCyTE).

Los alumnos deberían haber cursado las asignaturas troncales del máster, especialmente Bioestadística y Simulación Numérica en Ingeniería Biomédica, y Biomecánica y Biomateriales.

#### 1.3. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura Modelado del comportamiento de tejidos musculo-esqueléticos es una asignatura optativa enmarcada en la especialidad en Biomecánica y Biomateriales Avanzados. Esta especialidad pretende dar a conocer herramientas ingenieriles en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, prevención, terapias, etc. Para ello, la construcción de modelos numéricos, fundamentalmente de elementos finitos, que permitan mimetizar el comportamiento de los tejidos biológicos ante diferentes condiciones fisiológicas o patológicas son de gran interés científico y tecnológico en el contexto de la titulación.

## 69306 - Modelado del comportamiento de tejidos músculo-esqueléticos

### 1.4. Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de problemas, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/>

### 2. Resultados de aprendizaje

#### 2.1. Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

Saber las características principales que definen el comportamiento mecánico de los tejidos del sistema músculo-esquelético.

Identificar los modelos matemáticos de comportamiento (elástico, hiperelástico, inelástico, etc.) que mejor reproducen las propiedades de cada tipo de tejido (hueso, cartílago, ligamento, músculo) ante cada tipo de carga.

Saber aplicar la metodología de elementos finitos para resolver numéricamente el comportamiento de estructuras biológicas.

#### 2.2. Importancia de los resultados de aprendizaje

La capacidad para entender el comportamiento mecánico de los tejidos del sistema músculo-esquelético y su interacción con la biología, desarrollar modelos que permitan simular y estimar el comportamiento mecano-biológico de los tejidos ante diferentes condiciones fisiológicas y patológicas son de gran importancia para un Ingeniero Biomédico. Esta capacidad le va a permitir interactuar con otros profesionales tales como médicos, biólogos, matemáticos, etc., de gran importancia en el desarrollo científico y tecnológico en biomedicina.

### 3. Objetivos y competencias

#### 3.1. Objetivos

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura debe implicar un entendimiento del comportamiento mecánico de los tejidos biológicos ante diferentes condiciones fisiológicas y patológicas. Además se dotará al estudiante de las habilidades necesarias para definir un modelo de cualquier estructura biológica teniendo en cuenta sus principales características desde un punto de vista mecánico (grandes deformaciones, anisotropía, dependencia de la velocidad de deformación, etc.). Así mismo el estudiante tiene que saber comprender sus limitaciones e interpretar los resultados que se pueden obtener del modelado.

#### 3.2. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación (CB. 6)

## **69306 - Modelado del comportamiento de tejidos músculo-esqueléticos**

Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio (CB.7)

Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios (CB.8)

Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades (CB.9)

Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo (CB.10)

Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)

Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2)

Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)

Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)

Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzadas de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos. (CO.3)

### **4.Evaluación**

#### **4.1.Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia**

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- E1: Examen final (40%).

Examen escrito, con puntuación de 0 a 10 puntos, común para todos los grupos de la asignatura. La prueba constará de diversas cuestiones teórico-prácticas.

- E2: Prácticas de ordenador, actividades y trabajos tutorizados (60%).

Puntuación de 0 a 10 puntos. En la evaluación de las prácticas y actividades (30%) y trabajos tutorizados (30%) se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de los resultados propuestos. En el guión de las prácticas se propondrán una serie de tareas/actividades y los trabajos estarán directamente relacionados con cada una de las sesiones prácticas.

El alumno ha de obtener una puntuación mínima total de 4.5 puntos sobre 10 en cada una de las tres pruebas (Examen, prácticas de ordenador y actividades y trabajos tutorizados). En caso de no obtenerse este mínimo, se dispondrá de una

## 69306 - Modelado del comportamiento de tejidos músculo-esqueléticos

prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela.

### 5. Metodología, actividades, programa y recursos

#### 5.1. Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje se desarrollará en varios niveles: clases magistrales en las que se fomentará la participación del alumno, clases prácticas de ordenador, realización de actividades y trabajos prácticos de aplicación o investigación. La metodología que se propone trata de fomentar el trabajo continuado del estudiante.

#### 5.2. Actividades de aprendizaje

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en las siguientes actividades:

**A01 Clase magistral participativa** (18 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

**A03 Prácticas de ordenador.** (8 horas).

Se realizarán varias prácticas de ordenador. Para el desarrollo de las prácticas se tendrán unos guiones que el alumno deberá leerse antes de la práctica, planteándose una serie de actividades a realizar durante las mismas.

**A05 Realización de actividades/trabajos prácticos de aplicación o investigación.**

Conforme se desarrolle el curso se irán proponiendo actividades y trabajos relacionados con la asignatura y con las prácticas de ordenador que se vayan llevando a cabo.

**A06: Tutoría.** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

**A08: Evaluación.** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y entrega de informes o de las actividades y trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación. (1 horas)

Al resto de actividades (incluidos trabajos tutorados-A05, evaluaciones-A08, entregables, y estudio personal) le corresponden 48 horas.

#### 5.3. Programa

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende los siguientes lecciones:

1. Sistema músculo esquelético
2. Tejido óseo
3. Tejido cartilaginoso

## 69306 - Modelado del comportamiento de tejidos músculo-esqueléticos

4. Tejido conjuntivo denso: Ligamentos y Tendones

5. Tejido muscular

### 5.4. Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente.

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

- |           |  |
|-----------|--|
| <b>BB</b> | Cowin, Stephen C. Bone Mechanics Handbook / Cowin Stephen C. - 2nd ed<br>CRC Press   |
| <b>BB</b> | Fung, Y. C. Biomechanics. Mechanical properties of living tissues / Fung Y.C<br>Springer-Verlag, 1993.   |
| <b>BB</b> | Holzapfel, Gerhard A.. Nonlinear solid mechanics : a continuum approach for engineering / Gerhard A. Holzapfel<br>Chichester : Wiley, 2001   |
| <b>BB</b> | Martin, R.B. Skeletal tissue mechanics /<br>Martin R.B., Burr D.B., Sharkey N.A<br>Springer-Verlag New York, 1998.   |
| <b>BC</b> | Carter, D.R . Skeletal function and form /<br>Carter D.R., Beaupré G.S. Cambridge<br>University Press 2001   |
| <b>BC</b> | Nordin, Margareta. Biomecánica básica del sistema musculoesquelético / Margareta<br>Nordin, Víctor H. Frankel ; Ilustraciones de<br>Kajsa Forssen . - [1ª ed. en español,<br>traducción de la 3ª ed. en inglés] Madrid :<br>McGraw-Hill. Interamericana, D.L. 2004 |