

## **Máster en Ingeniería Biomédica**

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

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

**Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- **María Begoña Calvo Calzada** bcalvo@unizar.es
- **María de los Ángeles Pérez Ansón** angeles@unizar.es

### **Recomendaciones para cursar esta 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 Métodos Numéricos y Biomecánica y Materiales

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

La asignatura se imparte en 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/>

---

## **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

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

**1:**

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

- 2:** 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.
- 3:**  
Saber aplicar la metodología de elementos finitos para resolver numéricamente el comportamiento de estructuras biológicas.

## 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.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### 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.

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

La asignatura Modelado de tejido músculo-esquelético es una asignatura optativa enmarcada en la especialidad en Biomecánica y Biomateriales Avanzados. Esta especialidad pretender dar a conocer herramientas ingenieriles en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, prevención, terapias, etc. Para ello, la construcción de modelos numéricos, fundamentalmente 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.

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

- 1:**  
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)
- 2:**  
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)

- 3:** 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)
- 4:** 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)
- 5:** 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)
- 6:** 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)
- 7:** 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)
- 8:** Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)
- 8:** Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)
- 9:** Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)
- 10:** Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzados de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos. (CO.3)

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

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 interaccionar con otros profesionales tales como médicos, biólogos, matemáticos, etc., de gran importancia en el desarrollo científico y tecnológico en biomedicina.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** • E1: Examen final (50%).

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.

El alumno ha de obtener una puntuación mínima total de 4.5 puntos sobre 10 en el examen final. Se dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela.

- 2:** • E2: Trabajos prácticos tutorizados (30%).

Puntuación de 0 a 10 puntos. En la evaluación de los trabajos tutorizados propuestos a lo largo del cuatrimestre se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta.

- 3:** • E3: Prácticas de laboratorio (20%).

Puntuación de 0 a 10 puntos. La evaluación de las prácticas se realizará a través de los informes presentados en las mismas, así como del trabajo realizado en el laboratorio.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

**A01 Clase magistral participativa** (20 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 laboratorio.** (6 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. Al final de las prácticas se deberá entregar un cuestionario debidamente cumplimentado.

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

Al principio de curso se explicará el trabajo a realizar. Será un trabajo orientado a la aplicación de los conocimientos teóricos presentados en la asignatura.

**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 presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación. (2 horas)

Al resto de actividades (incluidos trabajos tutorados-A05, evaluaciones-A08, entregables, y estudio personal) le corresponden 49 horas.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

#### **El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**  
Sistema músculo esquelético

**2:**  
Tejido óseo

**3:**  
Tejido cartilaginoso

**4:**  
Tejido conjuntivo: Ligamentos y Tendones

**5:**

## 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. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

## Bibliografía

### Bibliografía y Recursos

- Cowin S. Bone Mechanics Handbook, Second Edition. Ed. Stephen Cowin
- Martin R.B., Burr D.B., Sharkey N.A. Skeletal tissue mechanics. Springer-Verlag New York, 1998.
- Fung Y.C. Biomechanics. Mechanical properties of living tissues. Springer-Verlag, 1993.
- Holzapfel G.A. Nonlinear solid mechanics: A continuum approach for engineers. Wiley 2000.
- Carter D.R., Beaupré G.S. Skeletal function and form. Cambridge University Press 2001.
- Nordin M. , Frankel V.H. Biomecánica Básica del Sistema musculoesquelético. Ed. Mc Graw Hill, 2004.
- Apuntes de la asignatura.

### Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada