

## **62715 - BBIT-Modelado del comportamiento de tejidos biológicos**

**Guía docente para el curso 2010 - 2011**

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

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **José Manuel García Aznar** jmgaraz@unizar.es
- **María Begoña Calvo Calzada** bcalvo@unizar.es

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

El objetivo de la asignatura es la formulación de modelos de comportamiento mecánico, desde una perspectiva eminentemente computacional, para la simulación numérica de tejidos biológicos. Por lo que, para que el estudiante pueda hacer un seguimiento adecuado de la asignatura es preciso que tenga conocimientos mínimos de Mecánica de Medios Continuos y del Método de los Elementos Finitos (MEF).

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

Las clases comienzan el 1 de Febrero, en el Aula 3.04 Edificio Agustín de Betancourt, con el siguiente horario:

**Lunes: 17.0 -18.0, Jueves: 16.0-18.0**

El examen será el 25 de Marzo a las 16 horas en el seminario IM2 del Edificio Agustín de Betancourt

---

### **Inicio**

---

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

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

**1:**

Sabe las características principales que definen el comportamiento mecánico de los tejidos biológicos duros (hueso) y blandos (ligamentos, vasos sanguíneos, músculo, etc.)

**2:**

Identifica los modelos matemáticos de comportamiento (elástico, hiperelástico, inelástico, etc.) que mejor reproducen las propiedades de cada tipo de tejido

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

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura comienza mostrando la diferencia entre modelos biomecánicos y mecanobiológicos, para posteriormente establecer la metodología adecuada para definir modelos numéricos de comportamiento de tejidos biológicos, tanto desde el planteamiento biomecánico como mecanobiológico.

En la asignatura se establecerá una diferenciación clara entre el modelado del comportamiento biomecánico de los tejidos duros (hueso) y blandos (ligamentos y tendones, vasos sanguíneos, córnea y músculo). Los modelos, con una alta componente fenomelógica, reproducirán las principales características mecánicas que presentan dichos tejidos como por ejemplo, heterogeneidad, anisotropía, grandes deformaciones, incompresibilidad, tensiones iniciales, procesos evolutivos como la remodelación, regeneración y morfogénesis. Mientras que los mecanobiológicos permiten entender los mecanismos involucrados que definen la interacción entre mecánica y biología.

---

## 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. Así mismo el estudiante tiene que saber definir un modelo de cualquier estructura biológica, comprender sus limitaciones e interpretar los resultados que se pueden obtener del modelado.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretender dar a conocer las herramientas ingenieriles en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, prevención, terapias, etc. Para ello, la construcción de modelos que permitan mimetizar el comportamiento de los tejidos biológicos de los diferentes sistemas biológicos ante diferentes condiciones fisiológicas o patológicas son de gran interés científico y tecnológico.

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

- 1:** Entender el comportamiento biomecánico de los tejidos biológicos.
- 2:** Entender la interacción entre mecánica y biología.
- 3:** Desarrollar modelos biomecánicos y mecanobiológicos del comportamiento fisiológico y patológico de los tejidos biológicos.
- 4:** Interpretar los resultados que se derivan de los modelos computacionales de simulación.

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

La capacidad para entender el comportamiento mecánico de los tejidos y de 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:**

**Examen de asignatura** (tiempo disponible: 1 hora):

Examen tipo test con preguntas cortas. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 10% de la nota final. Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.

**2:**

**Guiones de Prácticas:**

Después de la realización de cada práctica de laboratorio el estudiante deberá completar los guiones de cada práctica con el objetivo de comparar las soluciones numéricas obtenidas con las soluciones analíticas, o bien la comparación de varias soluciones numéricas.

La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final.

**3:**

**Trabajo de Asignatura.**

El alumno tendrá que leer un artículo científico en relación con la temática del curso. Posteriormente, tendrá que hacer una presentación oral de ese trabajo ante los profesores y el resto de alumnos de la clase, que resuma los principales contenidos, metodología y conclusiones del citado trabajo.

La calificación de esta prueba representará el 60% de la nota final.

Tiempo total de dedicación: 15 horas

---

### Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

La asignatura tiene una orientación teórico-práctica. En primer lugar, se presentan los conceptos fundamentales para entender el comportamiento mecánico-biológico de los tejidos biológicos distinguiendo entre tejidos duros y blandos. Así como se plantean los modelos de comportamiento existentes en la literatura en cada tipo de tejido.

Tras una visión general, teórica y aplicada de los distintos modelos, el estudiante ha de trabajar por sí solo en un trabajo científico reciente que sea de su interés, y le permita utilizar y comprender con mayor amplitud las metodologías vistas en clase.

# **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:**

## **Clases Magistrales (24 horas):**

El objetivo de esta actividad es presentar a los estudiantes los conceptos principales de la asignatura, los cuales se ha organizado en base a los siguientes temas:

### CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN (3 horas)

Lección 1. Introducción a la biomecánica y la mecanobiología (1 hora)

Lección 2. Aplicación del MEF en biomecánica y mecanobiología (2 horas)

### CAPÍTULO II. MODELADO COMPUTACIONAL DE LA BIOMECÁNICA DE TEJIDOS DUROS (3 horas)

Lección 3. Estructura y propiedades del tejido óseo (2 horas)

Lección 4. Modelos de comportamiento del tejido óseo (1 hora)

### CAPÍTULO III. MODELADO COMPUTACIONAL DE LA BIOMECÁNICA DE TEJIDOS BLANDOS( 10 horas)

Lección 5. Composición, estructura y funcionalidad de tejidos biológicos blandos (2 horas)

Lección 6. Modelado elástico de tejidos biológicos blandos (4 horas: 2 T y 2 P)

Lección 7. Modelado de efectos no elásticos en tejidos biológicos blandos (2 horas)

Lección 8. Particularización de los modelos a diversos tejidos blandos (2 horas)

### CAPÍTULO IV. MODELADO COMPUTACIONAL DE LA MECANOBILOGÍA DE TEJIDOS BIOLÓGICOS (14 horas)

Lección 9. Estructura y mecanobiología de los tejidos biológicos (1 hora)

Lección 10. Modelado computacional de los procesos adaptativos y degenerativos de los tejidos biológicos (8 horas: 6 T y 2 P)

Lección 11. Modelado computacional de los procesos de regeneración y morfogénesis de los tejidos biológicos (5 horas: 3 T y 2 P)

**2:**

## **Prácticas de Laboratorio (6 horas):**

El objetivo de esta actividad es el aprendizaje del un código comercial de elementos finitos (ABAQUS) para la resolución numérica de estructuras biológicas. Las prácticas a resolver son:

- **Práctica 1.** Estudio de la influencia de la anisotropía en el comportamiento de tejidos blandos. Presentación del código comercial Abaqus
- **Práctica 2.** Análisis por EF de la evolución de la densidad ósea en un hueso
- **Práctica 3.** Estudio de la formación de diferentes patrones en ecuaciones de reacción difusión

**3:**

## **Trabajo Práctico:**

El estudiante debe estudiar y analizar un artículo reciente de la bibliografía donde se presenten nuevas contribuciones al modelado del comportamiento numérico de tejidos biológicos blandos y establecer analogías y diferencias con los modelos presentados en la asignatura.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Las clases comienzan el 1 de Febrero, en el Aula 3.04 Edificio Agustín de Betancourt, con el siguiente horario:

**Lunes: 17.0 -18.0, Jueves: 16.0-18.0**

El examen será el 25 de Marzo a las 16 horas en el seminario IM2 del Edificio Agustín de Betancourt

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**