



## 62724 - TH-Métodos de simulación numérica

Guía docente para el curso 2011 - 2012

Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **María José Gómez Benito** gomezmj@unizar.es
- **Miguel Ángel Martínez Barca** miguelam@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura tiene carácter optativo y se encuentra encuadrada dentro del módulo de Tecnologías Horizontales (TH). Tiene un carácter eminentemente básico, de tal forma que pueda ser cursada por estudiantes provenientes de áreas tanto técnicas como biomédicas.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de clases: 16 de noviembre
  - Examen de la asignatura: 28 de enero
  - Las sesiones prácticas se realizarán los días 12/12/2009, 19/12/2009, 15/01/2010 y 22/01/2010 de 18 a 20 horas en la sala de ordenadores del IM2 del edificio Agustín de Betancourt en el campus Río Ebro.
  - Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 12 de febrero de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de elegir la técnica numérica (elementos finitos, diferencias finitas, volúmenes finitos) más adecuada para la resolución de cada tipo de problema en el marco de la Ingeniería Biomédica.
- 2:** Sabe manejar, a nivel de usuario, programas de cálculo simbólico (Mathematica) y/o de cálculo numérico (Matlab, Octave), así como desarrollar algoritmos simples en dichos códigos.

**3:** Sabe manejar a nivel de usuario códigos generales de elementos finitos (Abaqus, Ansys) y resolver problemas simples en el ámbito de la Ingeniería Biomédica.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura proporciona al estudiante los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para la aproximación y resolución de las ecuaciones utilizadas en el modelado de problemas en el campo de la Ingeniería Biomédica. Por un lado tiene una componente teórica, puesto que se pretende que el estudiante conozca los principales métodos numéricos existentes y las bases teóricas de los mismos. También se dotará a la asignatura de una visión práctica, ya que otro de los objetivos de la asignatura es que el estudiante conozca y se inicie en la utilización de algún software comercial de elementos finitos, como pueden ser ABAQUS o ANSYS, así como que sea capaz de implementar algoritmos simples en códigos simbólicos o numéricos con carácter general, como son el caso de MATLAB o MATHEMATICA.

---

## 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 llevar al estudiante a conocer un amplio abanico de técnicas numéricas que le permitan elegir aquella más adecuada para un problema concreto en el ámbito de la Ingeniería Biomédica. También le proporcionará los conocimientos necesarios para implementar dichos métodos en software propios o comerciales. Así mismo es importante que el estudiante comprenda las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante conozca, comprenda y sepa utilizar un conjunto de herramientas numéricas para obtener soluciones aproximadas en problemas en el campo de la Ingeniería Biomédica.

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

Uno de los objetivos del máster de Ingeniería Biomédica es adaptar las herramientas y técnicas disponibles en el campo de la ingeniería al ámbito biomédico. En los últimos años los métodos numéricos han experimentado un espectacular desarrollo, pasando a ser una de las herramientas fundamentales en muchos campos de la ingeniería: modelado computacional, resolución de problemas complejos, obtención de soluciones aproximadas, etc.

En este sentido, se pretende que el estudiante conozca las principales técnicas numéricas que se están empleando actualmente en distintos campos de la ingeniería y que serán de gran utilidad en la resolución de problemas relacionados con la ingeniería biomédica. Por ello, en esta asignatura se comienza presentando un amplio abanico de técnicas numéricas y se adquiere la metodología necesaria para la resolución numérica de problemas en el campo de la ingeniería biomédica.

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

- 1:** Conocer las principales técnicas numéricas que existen actualmente, así como elegir la técnica más adecuada a cada uno de los problemas que se desean resolver.
- 2:** Resolver de forma numérica problemas básicos: interpolación de funciones, derivación e integración numérica

y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales.

- 3:** Manejar a nivel de usuario programas comerciales (Abqus o Ansys) donde se aplican las técnicas numéricas anteriormente referidas (elementos finitos o volúmenes finitos).
- 4:** Implementar algoritmos simples en matlab y fortran. Analizar algunos puntos claves como criterios o velocidad de convergencia de los métodos iterativos, errores de truncamiento o de aproximación, etc.
- 5:** Detectar las ventajas y las limitaciones de cada uno de estos métodos numéricos.
- 6:** Aplicar estas técnicas numéricas a problemas concretos de la ingeniería biomédica, como son el modelado de tejidos biológicos o interacción de los tejidos con implantes, modelado de problemas hemodinámicos, etc.

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

Esta asignatura dotará al estudiante de los conocimientos básicos necesarios para poder utilizar las técnicas numéricas en el ámbito de la ingeniería biomédica. Estos conocimientos serán necesarios en posteriores asignaturas optativas con un marcado carácter computacional, como pueden ser: "Modelado del comportamiento de tejidos biológicos", "Biomecánica de las articulaciones" o "Diseño de prótesis e implantes".

---

## **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 de mínimos, tipo test (opción múltiple, cuatro respuestas con penalización por fallos). Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 20% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.
- 2:** **Trabajo de Asignatura.**  
  
El trabajo consistirá en la implementación de una técnica numérica para resolución de problemas simples. La implementación se podrá realizar en programas de resolución numérica o simbólica (Matlab o Mathematica), o en la elaboración de un código propio (lenguaje de programación a elegir por el estudiante). La calificación de esta prueba representará un 60% de la nota final.  
  
Tiempo total de dedicación: 20 horas
- 3:** **Presentación del Trabajo de Asignatura**  
  
Consistirá en la presentación y defensa oral del trabajo realizado para la asignatura, delante de los profesores y del resto de alumnos de la misma. Tendrá una duración de 15-20 minutos, con preguntas finales por parte de los asistentes. La calificación de esta prueba supondrá el 20% del valor de la nota final.

# Actividades y recursos

---

## Presentación metodológica general

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

La componente teórica de la asignatura se desarrollará principalmente en las clases magistrales. En ellas el profesor expondrá los conceptos básicos fundamentales para llevar adelante el desarrollo de la asignatura.

Así mismo, se pretende dotar a la asignatura de una orientación práctica o más aplicada, con la particularización de las técnicas numéricas expuestas a problemas simples en el ámbito de la ingeniería biomédica. Del mismo modo, se adentrará al estudiante al manejo de códigos comerciales para la simulación computacional de problemas reales concretos.

Por último, mediante el desarrollo del trabajo de asignatura, se pretende que el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura para implementar los métodos numéricos o resolver un problema práctico real del campo de la ingeniería biomédica, analizando con espíritu crítico los resultados obtenidos, y estudiando las posibilidades para obtener resultados más exactos.

## 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:

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

1. Introducción
2. Ecuaciones Medios Continuos
3. Métodos Numéricos
4. Diferencias Finitas
5. Volúmenes finitos
6. Elementos Finitos
7. Ejemplos de aplicación en el contexto de ingeniería biomédica

2:

#### Seminarios de problemas:

Los distintos conceptos (aproximación, diferenciación, integración, etc.), que definen la asignatura, se ilustrarán con casos prácticos y se analizarán posibles soluciones, en orden creciente de complejidad y prestaciones.

3:

#### Prácticas de Laboratorio:

El objetivo de esta actividad es el manejo de un código comercial de elementos finitos (ABAQUS y ANSYS) para la resolución de problemas simples en mecánica de sólidos y fluidos. Las prácticas a resolver son:

- 
- **Práctica 1.** Simulación del proceso de consolidación ósea.
  - **Práctica 2.** Estudio de la influencia de los parámetros geométricos en el desarrollo del deslizamiento de la

cabez femoral en niños.

- **Práctica 3.** Resolución mediante el MEF de un problema de un problema de mecánica de fluidos. Realización de malla. Imposición de condiciones de contorno. Análisis de resultados
- **Práctica 4.** Resolución de un problema de interacción fluido-estructura.

#### **4:**

Trabajo de asignatura

Los estudiantes resolverán de forma individual o en grupos de dos personas un trabajo simple. Algunos ejemplos de trabajos pueden ser:

- Resolución numérica de la ecuación de transferencia de calor
- Resolución de la ecuación de ondas
- Resolución de un problemas de elasticidad lineal bidimensional
- Resolución de las ecuaciones unidimensionales de mecánica de fluidos

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está planificada en el segundo trimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 16 de noviembre al 22 de enero de 2010.

- Clases magistrales y seminario de problemas tendrán lugar de forma general los viernes de 18 a 20 horas y los miércoles de 19 a 20 horas, en el aula 21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.
- Las sesiones prácticas se realizarán los días 12/12/2009, 19/12/2009, 15/01/2010 y 22/01/2010 de 18 a 20 horas en la sala de ordenadores del IM2 del edificio Agustín de Betancourt en el campus Río Ebro.
- Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 15 de febrero de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.
- La presentación de los trabajos se realizará el 15 de Febrero de 2010 a las 16 horas, en el seminario IM2 del edificio Torres Quevedo en el campus Río Ebro.
- El examen de la asignatura se realizará el 22 de Enero de 2010 a las 18 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

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