

# Plan de estudios

## Duración

El Master tiene una duración de 60 créditos ECTS; 15 de ellos de introducción de fundamentos médicos para técnicos o de fundamentos técnicos para médicos en función de la formación previa de los alumnos; 9 créditos son a elegir entre cursos de tecnologías horizontales de aplicación en distintos dominios; y 21 créditos más son elegibles entre dos dominios de especialización, bien en tecnologías de la información y comunicaciones o en biomecánica biomateriales y nanotecnologías; finalmente los 15 créditos restantes son para una trabajo de master y prácticas en empresas.

## Cuadro de distribución de materias por créditos

Tipo de materia	Créditos
Obligatorias	30
Optativas	15
Prácticas externas (si se incluyen)	--
Trabajo fin de Máster	15
<b>Total</b>	<b>60</b>

\*El trabajo Fin de Máster incluye 3 ECTS de práctica externa.

\*Dentro de las materias optativas, deberán cursarse al menos 9 créditos de las asignaturas de Tecnologías Horizontales (TH). Para obtener la mención de especialidad (BBIT- Biomécánica, biomateriales e ingeniería de tejidos o TICIB - Tencologías de la nformación en Ingeniería Biomédica) es preciso cursar al menos 18 créditos de asignaturas optativas de esas ramas.

## Programa del Máster

La docencia de las asignaturas del Master se impartirá en Ingles a excepción de los siguientes casos:

1. / Aquellas asignaturas que están marcadas con un asterisco (\*), las cuales en cualquier caso se impartirán en castellano./
2. / Aquellas asignaturas que de forma unánime entre el profesor y los estudiantes, y solamente debido al hecho que todos ellos se reconocen castellano parlantes, se acuerde hacerlo en castellano./

Módulo / Código	Materia	Tipo	Núcleo	Créditos ETCS	Horas de Aprendizaje		
					Teoría	Práctica	Trabajo personal
FB / 62700	<a href="#">Fundamentos de anatomía y biología celular</a>	O	FB	5	25	13	87
FB / 62702	<a href="#">Fundamentos de patología, cirugía y métodos terapéuticos</a>	O	FB	5	25	13	87
FB / 62701	<a href="#">Fundamentos de biofísica y fisiología de tejidos y órganos</a> *	O	FB	5	25	13	87
FT / 62707	<a href="#">Fundamentos de mecánica</a>	O	FT	2,5	12,5	6,5	43,5
FT / 62706	<a href="#">Fundamentos de materiales</a>	O	FT	2,5	12,5	6,5	43,5
FT / 62704	<a href="#">Fundamentos de informática y comunicaciones</a>	O	FT	2,5	12,5	6,5	43,5
FT / 62705	<a href="#">Fundamentos de matemáticas</a>	O	FT	2,5	12,5	6,5	43,5
FT / 62703	<a href="#">Fundamentos de Física, electricidad y electrónica</a>	O	FT	5	25	13	87
TH / 62726	<a href="#">Técnicas de visualización y representación científica</a> *	Op	TH	3	15	8	52
TH / 62720	<a href="#">Bioestadística</a>	Op	TH	3	15	8	52
TH / 62724	<a href="#">Métodos de simulación numérica</a>	Op	TH	3	15	8	52
TH / 62721	<a href="#">Comunicaciones, redes y tratamiento de la información</a>	Op	TH	3	15	8	52
TH / 62722	<a href="#">Fundamentos de tratamiento de señal</a> **	Op	TH	3	15	8	52

TH / 62723	<a href="#">Fundamentos del tratamiento de imagen *</a>	Op	TH	3	15	8	52
TH / 62727	<a href="#">Tecnologías Ópticas en Biomedicina</a>	Op	TH	3	15	8	52
TH / 62725	<a href="#">Seminario interdisciplinar</a>	Op	TH	3	15	8	52
BBIT / 62714	Mecánica de medios continuos**	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT/TICIB / 62718	<a href="#">Captura y caracterización del movimiento</a> *	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62710	<a href="#">Biomecánica de las articulaciones</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT/TICIB / 62719	<a href="#">Ergonomía y evaluación de prestaciones *</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62712	<a href="#">Diseño de prótesis e implantes</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62715	<a href="#">Modelado del comportamiento de tejidos biológicos</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62713	<a href="#">Ingeniería de tejidos y andamiajes</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62709	<a href="#">Biomateriales</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62716	<a href="#">Sistemas de liberación de fármacos</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62711	<a href="#">Caracterización nanométrica en biomedicina y Nanosensores</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
BBIT / 62717	Tecnologías de superficies **	Op	BBIT	3	15	8	52

TICIB/ BBIT / 62735	<a href="#">Tecnologías de captación de imágenes médicas</a>	Op	BBIT	3	15	8	52
TICIB/BBIT / 62739	<a href="#">Tratamiento y análisis de señales biológicas</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB/BBIT / 62738	<a href="#">Tratamiento de imágenes médicas y sus aplicaciones</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB / 62731	<a href="#">Percepción y Visión por computador</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB / 62729	Inteligencia ambiental : Biometría e interfaces hombre-máquina **	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB / 62733	<a href="#">Sistemas de telemedicina</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB / 62728	Instrumentación y electroterapia médica **	Op	TICIB	4	20	10.5	70
TICIB / 62734	<a href="#">Técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación *</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB / 62732	<a href="#">Sistemas de información en medicina *</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB/BBIT / 62737	<a href="#">Robótica médica y control del movimiento</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB / 62730	<a href="#">Modelos y sistemas de control fisiológico</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
TICIB / 62736	<a href="#">Tecnologías en radioterapia *</a>	Op	TICIB	3	15	8	52
62786	<a href="#">Proyecto Fin de Máster</a>	O			15(*)		

**TOTAL 131**

(\*) El Proyecto Fin de Máster deberá incluir una estancia en prácticas de una carga equivalente a 3 créditos ECTS en algún centro Hospitalario o de I+D+I que se dedique a la Ingeniería Biomédica



## Master en Ingeniería Biomédica 62700 - FB-Fundamentos de Anatomía y biología celular

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Marta Pérez Rontome** mmperez@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura tiene carácter obligatorio y está encuadrada dentro del módulo

“Aspectos biomédicos para alumnos técnicos”- FB

Tiene un carácter básico.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 21 de Septiembre
- Finalización de las clases: 6 de Noviembre
- Examen de la Asignatura: 11 de Noviembre
- Sesiones de prácticas: Dos días por determinar. En los Nuevos Edificios de Investigación del CPS

Trabajos de la asignatura. Se presentarán antes del 26 de Noviembre

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

**1:**  
Es capaz de reconocer todos los componentes y orgánulos de una célula tipo y de sus funciones dentro de la misma

**2:**  
Es capaz de identificar diferentes tipos celulares y saber su función dentro de un determinado tejido;

Reconoce diferentes tejidos así como su localización y función dentro del organismo

- 3:** Es capaz de reconocer las diferentes etapas dentro de la replicación celular
- 4:** Es capaz de enumerar y distinguir las etapas embrionarias principales y sabe reconocer el origen de cada tejido
- 5:** Es capaz de identificar los diferentes sistemas y aparatos del cuerpo humano, y de los órganos principales que lo componen
- 6:** Es capaz de diferenciar y comparar la anatomía humana de la anatomía veterinaria, basándose en aspectos evolutivos

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura tiene como finalidad recordar al alumno conceptos básicos sobre la célula, el desarrollo celular y tisular desde el estado embrionario y finalmente conceptos sobre anatomía humana con una breve comparación con anatomía veterinaria.

Estos conceptos, junto con los adquiridos en la asignatura de Fisiología celular, son necesarios para poder entender algunos de los procesos biológicos fundamentales a la hora de abordar soluciones que se plantean en el campo de la medicina mediante el uso de una metodología relacionada con la ingeniería.

Además durante la impartición de la asignatura se empleará una terminología biológica y médica que pretende ser de gran utilidad, ya que sistemáticamente el alumno se encontrará con lecturas en las que se incluye este vocabulario.

La asignatura es obligada dentro del Máster de Ingeniería Biomédica (código FB62700) y consta de 5 créditos ECTS ó 125 horas de trabajo del alumno.

Para cursarla no hace falta poseer conocimientos básicos previos de la materia, aunque dependiendo del tipo de bachillerato realizado será más fácil y accesible la comprensión de los diferentes temas.

---

## 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:

El objetivo de este curso es presentar al alumno un conjunto de conocimientos anatómicos básicos que le capaciten para adquirir la mayor parte de la terminología en la que ha de basar su expresión técnica como medio, desde los conceptos y descripción fundamental de la biología celular, pasando por la organización en las diferentes estructuras tisulares, hasta el conocimiento de la topografía, morfología, estructura y relaciones anatómicas de los principales órganos, aparatos y sistemas que componen la anatomía humana.

Con ello se pretende dotar al alumno de un conocimiento de la nomenclatura, de la topografía y la morfología anatómica suficiente para la comprensión básica de la anatomía.

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

La Ingeniería Biomédica es una herramienta tremendamente útil para acercar diferentes herramientas de la ingeniería al contexto biomédico.

Sin embargo, el idioma de la Biología y de la Medicina es un idioma muy específico que no suele ser conocido por la mayoría de estudiantes de otras titulaciones, entre ellas, las de ingeniería. A través de esta asignatura se tendrá acceso a un lenguaje nuevo y a la comprensión de estructuras y mecanismos que, aunque a veces parecen muy básicos (tema de la célula), son fundamentales para la comprensión posterior de otras asignaturas del Máster.

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

- 1:** Analizar y sintetizar información sobre el concepto de célula así como los diferentes tipos celulares.
- 2:** Identificar y conocer el papel de los tejidos fundamentales del organismo.
- 3:** Entender temas relacionados con las bases genéticas y las diferentes fases del desarrollo embrionario.
- 4:** Conocer la topografía, morfología y estructura y relaciones anatómicas de los principales órganos, aparatos y sistemas de la anatomía humana.
- 5:** Poder comparar entre anatomía humana y veterinaria para entender así las diferencias entre especies y comprender los factores que influyen en la forma y en la evolución morfológica de los seres vivos
- 6:** Disponer de un vocabulario biomédico abundante.
- 7:** Exponer y defender en público presentaciones de trabajos.

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

Los conocimientos adquiridos en esta asignatura del Máster pretenden ayudar al estudiante en la comprensión de procesos biológicos básicos, desde el funcionamiento de una célula tipo hasta poder conocer los principales tipos celulares, su morfología y su función. También son importantes los conceptos de división y diferenciación celular, a la hora de poder entender procesos tan en vigor como el desarrollo de células madre. Además, los conocimientos sobre anatomía humana y anatomía comparada acercarán al alumno a introducirse en un lenguaje novedoso para ellos pero muy útil a la hora de poder seguir planteamientos médicos a los que puedan apoyar con sus conocimientos en Ingeniería. Por último, el acercamiento al mundo de los modelos animales utilizados en experimentación animal, ayudará a comprender al estudiante el por qué de la necesidad del uso de los mismos en investigación biomédica

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Prueba escrita sobre los conocimientos de los Fundamentos en Anatomía y Biología celular. Se dispondrá de 2 horas para realizarlo.

Las pruebas escritas estarán constituidas por preguntas de tipo test, (opción múltiple, cuatro respuestas sin penalización por fallos). La calificación de esta prueba representará el 60% de la nota final.

Habrà un examen en cada convocatoria

- 2:**



Elaboración de la memoria, exposición y defensa pública de un trabajo práctico (15 minutos por alumno), sobre un tema relacionado con la estructura celular o anatómica del ser humano. También podrán ser elegidos para analizar artículos científicos o divulgativos que traten de algún tema relacionado con los explicados en clase. Además se valorará el conocimiento adquirido en dos preguntas extra que versen sobre alguno de los trabajos de los alumnos en el examen teórico.

- 3:** Realización de práctica/as en el laboratorio; se valorará la disposición del alumno en la participación de la misma. También se valorará el conocimiento adquirido en dos preguntas extra en el examen teórico.

La calificación de los puntos 2) y 3) supondrá el 30% de la nota final.

Tiempo total de dedicación: 20 horas.

- 4:** *Pruebas para estudiantes no presenciales o aquellos que se presenten en otras convocatorias distintas de la primera.*

Los estudiantes que no hayan realizado las actividades de evaluación 2) y 3) de forma presencial, deberán realizar un prueba escrita adicional, con un valor del 30% de la nota final, en que se evaluarán las competencias evaluadas en las citadas pruebas.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

La parte 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.

Asimismo, se pretende dotar a la asignatura de una pequeña orientación práctica con la particularización en de técnicas histológicas básicas y visualización en el microscopio.

Por último, mediante el desarrollo del trabajo de asignatura, se pretende que el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de las clases teóricas, así como que el alumno adquiera destreza a la hora de exponer en público, usando para ello un lenguaje novedoso para él.

### Actividades de aprendizaje programadas

#### 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 cuales se ha organizado en base a los siguientes temas:

1. La célula
2. Orgánulos celulares
3. Mitosis y Meiosis
4. Fundamentos de Histología I
5. Fundamentos de Histología II
6. Fundamentos de Histología II
7. Embriología general
8. Aparato locomotor
9. Anatomía del aparato circulatorio y respiratorio

10. Anatomía de los aparatos digestivo y urogenital
11. Anatomía del sistema nervioso
12. Anatomía comparada y modelos experimentales

**2: Prácticas de laboratorio:**

Está prevista la realización de tinciones histológicas y reconocimiento celular en microscopio

**3: Trabajo de asignatura**

Los estudiantes resolverán de forma individual o en grupos de dos personas un trabajo simple. Estos trabajos pueden ser comentarios a cerca de textos científicos (publicaciones o artículos de divulgación), que están de actualidad y relacionados con los temas explicados.

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está planificada en el primer trimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 21 de septiembre de 2009 al 6 de noviembre de 2009.

- Las clases magistrales tendrán lugar de forma general los lunes de 18 a 20 horas, los miércoles de 17 a 18 horas y los jueves de 17 a 19 horas, en el aula 21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.
- Las sesiones prácticas se realizarán dos días a determinar en los nuevos Institutos de Investigación en el campus Río Ebro.
- Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 15 de Diciembre de 2009.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica

### 62701 - FB-Fundamentos de biofísica y fisiología de tejidos y órganos

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

## Información básica

---

### Profesores

**José Joaquín García García** [jjgarcia@unizar.es](mailto:jjgarcia@unizar.es)

**Francisco Javier Miana Mena**

**Marcos César Reyes Gonzales** [mreyesg@unizar.es](mailto:mreyesg@unizar.es)

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Por la novedad de la materia para los estudiantes, se recomienda el estudio continuado de la asignatura. Para ello, se aconseja la asistencia a clase y el uso de la siguiente bibliografía:

Berne, R. M., Levy, M. N. Fisiología. Harcourt-Brace.

Cingolani, H. E. Fisiología Humana de Houssay. El Ateneo.

Costanzo, L. S. Physiology. Williams & Wilkins.

Despopoulos, A. y Silbernagl, S. Atlas de bolsillo de Fisiología. Harcourt.

Esteller, A. y Cordero, M. Fundamentos de Fisiopatología. McGraw-Hill Interamericana.

Fox. Fisiología Humana. McGraw-Hill Interamericana.

Ganong, W. F. Fisiología Humana. Appleton & Lange.

Guyton, A. C. y Hall, J. E. Tratado de Fisiología Médica. McGraw Hill-Interamericana.

Pocock, G. y Richards, C. D. Fisiología Humana. La base de la Medicina. Mason, S. A.

Segura Cardona, R. Prácticas de Fisiología. Salvat.

Tresguerres, J. F., Cardinali, D. P., Gil-Loyzaga, P., Lahera, J. Fisiología Humana. McGraw-Hill Interamericana.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce y comprende el proceso fisiológico.
- 2:** Reconoce las causas, relaciones y fundamentos de los mismos.
- 3:** Es capaz de analizar el proceso fisiológico en niveles: molecular, celular, aparato y sistema.
- 4:** Identifica los diferentes mecanismos de regulación.
- 5:** Comprende y razona las bases de las modificaciones en condiciones anómalas de funcionamiento

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Se entiende por Fisiología la ciencia que estudia los procesos dinámicos responsables del normal funcionamiento de los seres vivos o las partes que los constituyen. La Fisiología estudia al ser vivo en cuanto se trata de una unidad independiente estructural y funcionalmente y de esta forma se excluyen de su dominio otros aspectos dinámicos de los seres vivos que dependen de la interacción entre conjuntos o colectividades de organismos, de los que se encargan ciencias como la Etología o la Ecología.

Con esta asignatura se pretende que el alumno adquiera una serie de conocimientos que le sirvan como base a la hora de comprender "el correcto funcionamiento" del cuerpo humano, y que le puede ser útil a la hora de interactuar o colaborar con disciplinas pertenecientes a la medicina, cirugía, veterinaria, enfermería, etc...

La materia consta de 5 créditos ECTS o 125 horas de trabajo del alumno. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, será cursada por aquellos alumnos procedentes de ingeniería.

---

## 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:**

En primer lugar, se definen los conceptos de Fisiología, Biofísica y Homeostasis, que habrá que tener presentes a lo largo de toda la materia. Posteriormente se hablará de los potenciales de acción, impulsos eléctricos que generan algunas células del organismo y que son usados como señales entre unos puntos y otros del organismo. Estos impulsos eléctricos podrán ser detectados por diversos ingenios que a nivel médico tienen una gran utilidad al generar por ejemplo el electrocardiograma, el electroencefalograma o el electrocardiograma, los cuales estudiaremos a lo largo de la asignatura desde un punto de vista lo más práctico posible. A continuación se pasará a estudiar el riñón y sus funciones, fundamentales a la hora de mantener constantes la composición y volumen del cuerpo. En tercer lugar se hablará de sistema cardiovascular, y de la actividad tanto eléctrica como mecánica del corazón. Por último, se abordarán los temas referentes a la función respiratoria, digestiva y endocrina.

Durante la asignatura, que será lo más aplicada posible, el estudiante reconocerá un abanico de técnicas que habitualmente se usan en el campo médico para la medida de las diferentes constantes vitales. Más allá que comprender la base de esas técnicas, el alumno tiene que comprender cuales son esas constantes vitales, su fundamento a nivel biológico y cómo son

reguladas por el organismo.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante comprenda cuales son los principales mecanismos que se dan en el organismo para mantener la homeostasis del mismo, así como los principales mecanismos de control.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretende posicionar las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, etc. Cuando se registran diferentes constantes vitales del paciente (pH, osmolaridad del medio, temperatura, presión arterial, señales eléctricas de origen muscular, encefálico, cardíaco, etc...) hay que tener claro cual es el fundamento de esas medidas, como se regulan esas constantes, y en definitiva, la importancia que tienen para mantener vivo al individuo.

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

- 1:** Conocer y comprender el proceso fisiológico.
- 2:** Reconocer las causas, relaciones y fundamentos de los mismos.
- 3:** Analizar el proceso fisiológico en niveles: molecular, celular, aparato y sistema.
- 4:** Identificar los diferentes mecanismos de regulación.
- 5:** Comprender y razonar las bases de las modificaciones en condiciones anómalas de funcionamiento

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

El hecho de conocer y sobre todo comprender los procesos fisiológicos del cuerpo, desde una base bioquímica y biofísica, va a permitir al Ingeniero Biomédico la comprensión de cómo funciona el cuerpo humano y la mejor interpretación de los datos que pueda llegar a manejar en un futuro cuando interacciones con las diferentes disciplinas biomédicas.

---

## **Evaluación**

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** La evaluación será continuada a lo largo del curso, teniendo en cuenta la asistencia con aprovechamiento a seminarios y prácticas. La constatación de los conocimientos adquiridos se realizará mediante un examen final al término de la materia.

---

## **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 lo más aplicada posible, haciendo especial hincapié en todo aquello que es más probable que el Ingeniero Biomédico pueda encontrarse a lo largo de su vida profesional, para ello se realizarán 6 prácticas a lo largo del curso. No hay que olvidar que para que dichas prácticas tengan el mayor aprovechamiento posible por parte del alumno, es necesaria una base teórica que se impartirá en forma de seminarios.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

### 1: Programa teórico de la asignatura

Tema 1. Conceptos de Fisiología y Biofísica.

Tema 2. Homeostasis. Medio interno. Biorritmos.

Tema 3. Transporte transmembrana.

Tema 4. Potenciales bioeléctricos. Génesis y conducción del potencial de acción.

Tema 5. Transmisión del potencial de acción. Neurotransmisión.

Tema 6. Fisiología muscular.

Tema 7. Unión neuromuscular. Acoplamiento excitación-contracción.

Tema 8. Estructura funcional del sistema nervioso.

Tema 9. Receptores sensitivos. Transducción del estímulo.

Tema 10. Asociación neuronal. Reflejos.

Tema 11. Electroencefalografía.

Tema 12. Compartimientos líquidos corporales.

Tema 13. Estructura funcional del riñón. Micción.

Tema 14. Funciones generales del sistema cardiovascular.

Tema 15. Actividad eléctrica del corazón. Sistema de excito-conducción cardiaca. Electrocardiograma.

Tema 16. Actividad mecánica del corazón. Ciclo cardiaco.

Tema 17. Gasto cardiaco. Regulación de la actividad cardiaca.

Tema 18. Presión arterial y su regulación. Microcirculación.

Tema 19. Retornos venoso y linfático. Circulaciones especiales

Tema 20. Funciones generales del aparato respiratorio.

Tema 21. Mecánica respiratoria.

Tema 22. Membrana respiratoria. Transporte de gases en sangre.

Tema 23. Estructura funcional del aparato digestivo.

Tema 24. Sistemas de comunicación intercelular. Concepto y funciones del sistema endocrino.

## **2: Programa práctico**

Práctica 1: Análisis de orina.

Práctica 2: Interpretación de parámetros sanguíneos.

Práctica 3: Espirometría.

Práctica 4: Auscultación torácica.

Práctica 5: Frecuencia cardiaca. Presión arterial.

Práctica 6: Valoración del estado nutricional.

## **3: Resolución de problemas y seminarios**

Valoración e interpretación de casos clínicos.

Seminario: Transporte transmembrana.

Seminario: Potenciales bioeléctricos.

Acoplamiento excitación-contracción muscular.

## **4: Trabajos tutelados**

Realización individual de revisión bibliográfica de un tema de fisiológica.

# **Planificación y calendario**

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

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica

### 62702 - FB-Fundamentos de patología, cirugía y métodos terapéuticos

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

## Información básica

---

### Profesores

**María Victoria Duque Mallen**

**Antonio Güemes Sánchez** [aguemes@unizar.es](mailto:aguemes@unizar.es)

**José Manuel Ramírez Rodríguez** [jramirez@unizar.es](mailto:jramirez@unizar.es)

**José María Miguelena Bobadilla** [jmmibo@unizar.es](mailto:jmmibo@unizar.es)

**Francisco Javier García Tirado**

**Jose Mario Carranza Martinez** [jcarran1@unizar.es](mailto:jcarran1@unizar.es)

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Es una asignatura perteneciente al Módulo de Introducción a la Medicina, para alumnos procedentes de Ingeniería y otras titulaciones tecnológicas.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

#### ACTIVIDADES:

Clases teóricas. Discusión de problemas clínicos. Presentación de trabajos grupales

Sesiones de video-médicas comentadas. Realización de trabajo tutorizado.

#### FECHAS CLAVE:

Primer día (Día siguiente a la inauguración): Presentación, objetivos, metodología docente, y de evaluación, distribución de tareas.

2º día de curso. Presentación general de la Asignatura

Ultimo día de clase programada: Entrega de trabajos/ Encuesta on line/ Prueba final objetiva

**José MMiguelena Bobadilla Antonio Güemes Sánchez M<sup>a</sup> Victoria Duque  
Mallén José Manuel Ramírez Rod**



## **Departamento de Cirugía Facultad de Medicina. Zaragoza**

José M<sup>a</sup> Miguelena Bobadilla

Antonio Güemes Sánchez

M<sup>a</sup> Victoria Duque Mallén

José Manuel Ramírez Rodríguez

Javier García Tirado

José M. Carranza

**José M<sup>a</sup> Miguelena Bobadilla. [jmmibo@unizar.es](mailto:jmmibo@unizar.es)**

**Profesor Titular de Cirugía. Coordinador de la Asignatura**

---

## **Inicio**

---

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

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

**1:**

1. Comprender el Concepto de salud y enfermedad y de enfermedades y síndromes
2. Conocer el proceso general del establecimiento del diagnóstico y pronóstico en Medicina
3. Conocer y poder aplicar los conceptos de patología y terapéutica
4. Conocer los principales síndromes de diversos aparatos y sistemas
5. Comprender el lenguaje médico general en las publicaciones médicas de ámbito clínico
6. Comprender y conocer las bases y fundamentos de la Cirugía
7. Conocer la evolución y comprender los retos de la terapéutica quirúrgica en el siglo XXI
8. Conocer los principales avances y herramientas tecnológicas en el ámbito de la cirugía y los trasplantes

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

Se trata de una Asignatura obligatoria de 5 ECTS, en el plan de estudios del Master, dirigida a alumnos procedentes de otras titulaciones, fundamentalmente del área de la Ingeniería, impartida en el primer cuatrimestre del Master, con objeto de introducir al alumno en el conocimiento de la terminología y los conceptos básicos de la Medicina en el ámbito del proceso de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, principalmente en el campo de la cirugía, permitiendo establecer y/o mejorar las bases de las relaciones biomédicas- tecnológicas en la proposición y desarrollo de la bioingeniería o ingeniería biomédica en sus aspectos de aplicación clínica e investigación traslacional

---

## 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:**

1. Presentar y dar a conocer los conceptos fundamentales que definen la salud y la enfermedad
2. Dar a conocer al alumno las principales áreas específicas del conocimiento que sustentan los aspectos clínicos, diagnósticos y terapéuticos en Medicina
3. Introducir al alumno en la terminología y significados habitualmente expresados y utilizados en Medicina Clínica
4. Permitir establecer y/o mejorar las bases de las relaciones biomédicas- tecnológicas en el desarrollo de la bioingeniería o ingeniería biomédica
5. Conocer las bases que regulan la bioingeniería y la cirugía
6. Comprender el significado de la Medicina basada en la evidencia
7. Conocer las bases para el diseño de proyectos de investigación en Cirugía
8. Conocer las bases para el diseño de proyectos de investigación en Cirugía

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

Es una asignatura perteneciente al Módulo de Introducción a la Medicina, para alumnos procedentes de Ingeniería y otras titulaciones tecnológicas.

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

- 1:**
1. Aplicar los conceptos de patología y terapéutica en la proposición de proyectos de investigación Bio-médica.
  2. Comprender inequívocamente los conceptos y criterios utilizados en el ámbito biomédico.
  3. Proponer y diseñar coordinadamente proyectos de de investigación en el área de la ingeniería biomédica
  4. Aplicar los criterios que fundamentan la denominada Medicina Basada en la Evidencia.

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

- Introduce al alumno en el conocimiento de la terminología y los conceptos básicos de la Medicina en el ámbito del proceso de diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, principalmente en el campo de la cirugía.
- Los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura resultan fundamentales para mejorar las bases de las relaciones biomédicas- tecnológicas en el desarrollo de la bioingeniería o ingeniería biomédica

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

**1:**

1. Actividad presencial: Seguimiento activo y participación en las actividades en el aula/Clases: 30%
2. Presentación de trabajos grupales, Realización de trabajo tutorizado: 30%
3. Prueba final objetiva: 40%

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

- Explicación de conceptos fundamentales en Medicina
- Reconocimiento de dichos conceptos y su aplicación por los alumnos en trabajos científicos publicados.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:**

- Clases teóricas
- Discusión de problemas clínicos
- Presentación de trabajos grupales
- Sesiones de video-médicas comentadas
- Realización de trabajo tutorizado

## **2: PROGRAMA:**

1. Concepto de salud y enfermedad.
2. Patología. Enfermedades y síndromes. Clínica y diagnóstico de las enfermedades
3. Bioética
4. Aparato digestivo: Función y patología
5. Aparato respiratorio: Función y patología
6. Sistema vascular: Función y patología
7. Aparato locomotor: Función y patología
8. Tratamiento/ terapéutica de las enfermedades: Médico (farmacología), Quirúrgico, Radioterápico
9. Bases y fundamentos de la Patología y clínica Quirúrgicas
10. Bases de la Cirugía
11. Espectro de la cirugía actual
12. Cirugía mínimamente invasiva y Nuevas perspectivas
13. Cirugía mínimamente invasiva guiada por imagen
14. Bioingeniería y cirugía.
15. M.B.E. e Investigación en cirugía.

## **Planificación y calendario**

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

La asignatura se imparte el primer trimestre en el seminario A 21 del Edificio Byron Campus Rio Ebro: lunes, martes y jueves.

La distribución del calendario cronograma en relación con el Prorama , horarios y profesores se concretará el primer día de clase.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



# Master en Ingeniería Biomédica 62703 - FT-Fundamentos de Física, electricidad y electrónica

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

## Información básica

---

### Profesores

**Francisco Manuel Lera Garcia** lera@unizar.es

**José Elias Herrero Jaraba** jelias@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Dado el carácter de formación complementaria de esta asignatura, se recomienda a quienes deban cursarla que con anterioridad al inicio del curso refresquen sus conocimientos previos de Física y Tecnología correspondientes a sus etapas de formación en Educación Secundaria, Bachillerato y Universidad.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el primer bimestre del Máster.

Las fechas concretas de inicio y final de las clases y las convocatorias de exámenes se harán públicas con anterioridad al periodo de matrícula para el curso 2010-11. A título orientativo pueden consultarse en la página web del Máster <http://www.masterib.es/> las fechas correspondientes al curso 2009-10.

Las sesiones prácticas se desarrollarán en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, en fecha y hora a concretar de acuerdo con los alumnos matriculados.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce los principios y fundamentos básicos de la Física y su aplicación en los ámbitos del campo eléctrico, el campo magnético, las vibraciones y las ondas.
- 2:** Conoce los fundamentos y procedimientos básicos de los circuitos eléctricos, así como las medidas de seguridad imprescindibles en instalaciones eléctricas.
- 3:** Comprende los principios básicos de la electrónica, distingue los componentes y es capaz de describir los

bloques fundamentales de circuitos analógicos y digitales.

- 4:** Es capaz de resolver problemas planteando modelos sencillos de situaciones reales, justificando en su caso la validez de las aproximaciones realizadas.
- 5:** Conoce y es capaz de manejar la instrumentación básica de laboratorio de electrónica para realizar medidas sobre circuitos sencillos.
- 6:** Es capaz de analizar los resultados de prácticas de laboratorio y de redactar y presentar informes con la descripción y conclusiones del trabajo realizado.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El objetivo de esta asignatura es presentar aspectos básicos de algunos temas de física, electricidad y electrónica para alumnos procedentes de estudios previos relacionados con ciencias de la vida. Se pretende proporcionar a estos alumnos los conocimientos básicos de estas disciplinas, familiarizarles con su terminología habitual y capacitarles para realizar algunas estimaciones y análisis de resultados cuantitativos, para que puedan seguir con aprovechamiento otras asignaturas posteriores del Máster.

Dado su carácter complementario, es una asignatura de naturaleza flexible, que se adaptará en cada caso al currículum previo y a los intereses concretos en el Máster de cada alumno matriculado.

La materia consta de cinco créditos ECTS o 125 horas de trabajo del alumno. Dos créditos corresponden al bloque de física, un crédito al bloque de electricidad y otros dos créditos al bloque de electrónica. Se distribuyen en sesiones presenciales de presentaciones teóricas, talleres de problemas y prácticas de laboratorio, y actividades no presenciales de trabajo personal del alumno. Este último, individual o en equipo, estará enfocado al estudio y asimilación de conceptos básicos, la familiarización con la terminología propia de la asignatura, la resolución de problemas y al desarrollo de habilidades de análisis y presentación de resultados cuantitativos de las sesiones prácticas.

---

## 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:

El objetivo general de esta asignatura es proporcionar a los alumnos procedentes de estudios del ámbito biomédico conocimientos básicos de algunos temas de física, electricidad y electrónica, así como presentarles su terminología habitual y capacitarles para realizar algunas estimaciones y análisis de resultados cuantitativos.

Se revisan en primer lugar los métodos de la Física y algunos de los conceptos básicos más importantes. Seguidamente se revisan los fundamentos del campo eléctrico y magnético. Posteriormente se presentan los aspectos básicos y aplicados de las vibraciones y ondas, definiendo sus parámetros característicos. A continuación se abordan los fundamentos de la electricidad y los circuitos. Finalmente se introducen las ideas básicas de la electrónica analógica y digital.

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

El contexto en el que se enmarca es el de un Máster multidisciplinar, y su sentido último no es otro que facilitar a los matriculados el aprovechamiento otras asignaturas posteriores del Máster. La relevancia que para el alumno tendrá la asignatura dependerá en gran medida de su currículum anterior. Por ello el planteamiento general que de la misma se realiza en estas fichas es orientativo, pudiendo adaptarse con flexibilidad el desarrollo de la asignatura a los intereses y situación particular de los matriculados en cada curso.

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

- 1:** Comprender la terminología propia de la Física, la Electricidad y la Electrónica.
- 2:** Comprender los principios físicos básicos en los que se fundamentan numerosas técnicas diagnósticas y terapéuticas.
- 3:** Interpretar manuales de usuario de instrumentación básica y avanzada.
- 4:** Comprender los bloques básicos de la instrumentación electrónica y mejorar la confianza y seguridad en su manejo.
- 5:** Seguir con aprovechamiento algunas asignaturas posteriores del Máster relacionadas con los fundamentos expuestos.

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

La multidisciplinariedad inherente al Plan de Estudios del Máster de Ingeniería Biomédica es un reflejo de la realidad de la medicina del siglo XXI en los países desarrollados. La comprensión básica de la tecnología electrónica y de los principios físicos en los que ésta se sustenta es imprescindible para cualquier Ingeniero Biomédico en el ejercicio de sus competencias en contextos diagnósticos, terapéuticos, de seguimiento, investigación u otros.

---

## **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 compuesto de dos partes (tiempo disponible: 3 horas):
  - 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.
  - Examen de problemas o cuestiones. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 20% de la nota final.Habrán un examen en cada convocatoria.
- 2:** Hojas de ejercicios entregables: Se propondrán a lo largo del curso hojas de ejercicios entregables que los estudiantes deberán entregar al profesor antes de la fecha límite establecida en cada caso. Los ejercicios podrán ser cuestiones cortas, demostraciones, problemas o ejercicios prácticos. Puntuación de 0 a 10. La calificación de estos ejercicios representará el 20% de la nota final.
- 3:** Trabajo de asignatura, consistente en la preparación de un documento escrito (unas 20 páginas) o una presentación multimedia (de unos 20 minutos) sobre un tema elegido por el alumno entre una serie de posibilidades ofertadas por el profesor, que explore los principios físicos en los que se basa alguna técnica diagnóstica o terapéutica concreta. La calificación de este ejercicio -de 0 a 10- supondrá el 20% de la nota final.
- 4:**

Informes sobre prácticas de laboratorio: elaboración de dos informes concisos (no más de 5 páginas cada uno) con el planteamiento, desarrollo y conclusiones de las dos sesiones prácticas de laboratorio. La calificación de cada uno de ellos - de 0 a 10 - supondrá el 10% de la nota final

## Criterios de Evaluación

**Criterios empleados para la valoración de cada una de las actividades de evaluación propuestas.**

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

refrescar, reforzar y complementar los conocimientos y habilidades del alumno en el ámbito de la física, electricidad y electrónica, para que éste pueda seguir con aprovechamiento otras asignaturas más aplicadas del Máster.

La asignatura tiene una vocación de flexibilidad, adaptada en función de las necesidades formativas y los intereses de cada uno de los matriculados.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:** Seminario sobre Fundamentos de Física. 14 horas presenciales, de ellas 10 dedicadas a presentaciones teóricas y 4 a la resolución asistida de problemas y casos, de acuerdo al siguiente programa:

1. **Conceptos básicos de física.** Magnitudes escalares y vectoriales. Dimensiones y unidades de medida. Precisión, exactitud y errores. Sistemas de referencia. Modelado. Aproximaciones. Principios de conservación. Fuerzas, trabajo, energía y potencia. Estructura de la materia.
2. **Campo eléctrico.** Carga eléctrica. Fuerza entre cargas. Campo eléctrico. Potencial eléctrico. Aislantes. Dipolo eléctrico y polarización. Conductores. Intensidad y densidad de corriente.
3. **Campo magnético.** Campo creado por corrientes eléctricas. Dipolo magnético. Materiales magnéticos. Inducción magnética.
4. **Vibraciones y ondas.** Osciladores. Resonancia. Ondas, parámetros característicos: frecuencia, periodo, longitud de onda, amplitud, velocidad de propagación. Atenuación y retardo. Ondas en una cuerda tensa. Ondas sonoras. Ondas electromagnéticas.

Producto final calificable: a lo largo del seminario se propondrá a los estudiantes la realización y entrega de hojas de ejercicios relacionados directamente con los conceptos abordados, similares en complejidad a los resueltos en las sesiones presenciales. Estos ejercicios podrán trabajarse en grupo o de forma individual. Trabajo personal estimado: 8 horas.

**2:** Seminario sobre Fundamentos de Electricidad. 7 horas presenciales, de ellas 5 dedicadas a presentaciones teóricas y 2 a la resolución asistida de problemas y casos, de acuerdo al siguiente programa:

1. **Conceptos de electricidad.** Componentes y circuitos eléctricos. Leyes básicas de análisis. Circuitos de corriente continua. Circuitos de corriente alterna en régimen estacionario. Ejemplos de análisis en régimen transitorio. Instalaciones.

Producto final calificable: a lo largo del seminario se propondrá a los estudiantes la realización y entrega de hojas de ejercicios relacionados directamente con los conceptos abordados, similares en complejidad a los resueltos en las sesiones presenciales. Estos ejercicios podrán trabajarse en grupo o de forma individual.



Trabajo personal estimado: 4 horas.

**3:** Seminario sobre Fundamentos de Electrónica. 14 horas presenciales, de ellas 10 dedicadas a presentaciones teóricas y 4 a la resolución asistida de problemas y casos, de acuerdo al siguiente programa:

1. **Conceptos básicos de electrónica.** Alimentación, señal, ruido y amplificación en electrónica. Componentes y sistemas electrónicos básicos.
2. **Electrónica analógica y digital.** Bloques y circuitos analógicos. Bloques y circuitos digitales. Conversiones analógica-digital y digital-analógica.

Producto final calificable: a lo largo del seminario se propondrá a los estudiantes la realización y entrega de hojas de ejercicios relacionados directamente con los conceptos abordados, similares en complejidad a los resueltos en las sesiones presenciales. Estos ejercicios podrán trabajarse en grupo o de forma individual. Trabajo personal estimado: 8 horas.

**4:** **Prácticas de laboratorio:** dos sesiones presenciales de 2.5 horas cada una. Estarán orientadas a la familiarización con la instrumentación básica de laboratorio y a la realización de medidas sobre circuitos y sistemas electrónicos reales.

Producto final calificable: informes sobre el trabajo práctico realizado. Trabajo personal estimado: 8 horas.

**5:** Trabajo de asignatura. Actividad no presencial consistente en la preparación de un documento escrito (unas 20 páginas) o una presentación multimedia (de unos 20 minutos) sobre un tema elegido por el alumno entre una serie de posibilidades ofertadas por el profesor, que explore los principios físicos en los que se basa alguna técnica diagnóstica o terapéutica concreta.

Producto final calificable: documento o presentación multimedia. trabajo personal estimado: 16 horas.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La asignatura se extiende a lo largo de las siete semanas del primer bimestre (20 de Septiembre a 6 de noviembre aproximadamente), con cinco horas presenciales por semana, asignadas en el horario para las clases teóricas y sesiones de problemas. Las 14 primeras corresponden al seminario de Fundamentos de Física, las siete centrales al de Electricidad y las 14 finales al de Electrónica.

Las hojas de problemas deberán entregarse como máximo una semana después de finalizado el Seminario correspondiente.

Las prácticas de Laboratorio se realizarán en dos últimas semanas. Los informes de prácticas deberán entregarse antes del examen de la asignatura.

El trabajo de asignatura deberá entregarse como muy tarde dos semanas después del examen de la asignatura.

## Documentos de referencia

### Bibliografía y enlaces recomendados

### Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62704 - FT-Fundamentos de Informática y comunicaciones

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Ignacio Martínez Ruíz** imr@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia, ya que es una asignatura básica en la que establecen los fundamentos para cursar el resto de asignaturas del máster relacionadas con esta temática.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 21/09/2009
  - Entrega de trabajos: hasta el día 13 de noviembre de 2009 para la 1ª convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2010 para la 2ª convocatoria.
  - Examen: 10 de noviembre de 2009 a las 16:00 (1ª convocatoria) y 24 de agosto de 2010 (2ª convocatoria).
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de tener una visión global de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que sirva de base fundamental sobre la que construir, en el resto de asignaturas del máster, el conocimiento de la ingeniería biomédica.
- 2:** Es capaz de comprender la problemática asociada los diferentes elementos que componen un sistema completo de informática y comunicaciones y las herramientas y metodología técnica que permitan aportar soluciones tecnológicas de ingeniería.
- 3:** Es capaz de manejar los conceptos fundamentales de comunicaciones (digitalización, codificación, multiplexación, conmutación, encaminamiento, transmisión), sus tecnologías básicas (tipos de medios de transmisión, red de acceso y transporte, tecnologías de red fija y móvil, electrónica de comunicaciones) y las bases de informática, programación (sistemas de información, lenguajes y elementos de programación, servidores y bases de datos, fundamentos de computadores, sistemas operativos, estructuras de datos).

**4:** Es capaz de comprender y saber aplicar los métodos, algoritmos y técnicas básicas asociadas a cada uno de los conceptos fundamentales.

**5:** Es capaz de identificar los conceptos fundamentales en un sistema complejo de ingeniería biomédica y seleccionar los métodos, algoritmos y técnicas más adecuados a cada problemática o contexto concreto que se plantee.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El objetivo de la asignatura consiste en tener una **visión global de las tecnologías de la información y las comunicaciones** que componen un sistema de telecomunicaciones sobre la que **fundamentar el estudio tecnológico** de la ingeniería biomédica.

En cuanto a los aspectos teóricos, la materia comienza con una introducción a la problemática y los principios generales de un sistema de telecomunicación. Esto permite al alumno detectar las necesidades de formación tecnológica básica sobre la que construir en el resto de asignaturas del máster, el conocimiento de la ingeniería biomédica. En el núcleo central de la materia se presentan de forma didáctica la problemática y los conceptos fundamentales de informática y comunicaciones: el modelo de un sistema comunicaciones, las redes y servicios de telecomunicaciones (distinguiendo entre comunicaciones de voz y de datos), las tecnologías de red de acceso y transporte, las técnicas de modulación analógica y digital de la señal, los medios de transmisión y de radiación, la electrónica de comunicaciones, y las bases de programación y sistemas informáticos.

En cuanto a los aspectos prácticos, durante el desarrollo de la materia se presentan todos los métodos desde una perspectiva didáctica y de aplicación a la ingeniería biomédica incluyendo la descripción de sistemas reales que incorporan los fundamentos, métodos y tecnologías estudiadas. Además, según la formación específica de los alumnos matriculados en la asignatura, se pueden plantear varias sesiones básicas de laboratorio para experimentar con los conceptos y fundamentos aprendidos.

---

## 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:

Se revisan, en primer lugar, la problemática del **modelo de un sistema de telecomunicación**, como base fundamental para comprender la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones a la ingeniería biomédica. Se presenta los principios generales, así como ejemplos de sistemas reales y una visión global del escenario actual de la informática y las comunicaciones.

Posteriormente se detallan los conceptos básicos de **redes y servicios de telecomunicaciones**, distinguiendo entre comunicaciones de voz y de datos, tecnologías de red de acceso y de transporte, y tecnologías fijas y móviles.

A continuación, se describen los principales **métodos y técnicas de tratamiento de la señal**, incluyendo las modulaciones analógicas y digitales, los diversos medios de transmisión (par trenzado, cable coaxial, fibra óptica) y antenas de telecomunicaciones, y la electrónica de comunicaciones (sistemas analógicos y digitales, sistemas electrónicos). Se plantea cómo aplicar las distintas técnicas para que el estudiante sepa diferenciar los diversos escenarios de aplicación y sus peculiaridades específicas.

Finalmente, se estudian las bases y principios fundamentales de informática y programación, prestando especial atención a los sistemas de información, lenguajes y elementos de programación, servidores y bases de datos, fundamentos de computadores, sistemas operativos y estructuras de datos, entre otros.

Así, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante conozca en detalle las bases y fundamentos de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en sistemas de ingeniería biomédica y sea capaz de emplearlas en la

comprensión de un sistema completo de de ingeniería biomédica.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La ingeniería biomédica es un área de la ingeniería altamente multidisciplinar. Trata de dar solución a problemas de ingeniería que se plantean en el ámbito de la biología y medicina. Una parte importante de la ingeniería biomédica trata de explotar al máximo la utilización de las **Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones** como solución a la problemática planteada al diseñar un modelo telecomunicaciones incluyendo aspectos básicos de tratamiento de la información, conocimiento de las tecnologías de red y comunicación, y aprendizaje de los métodos y técnicas más eficientes de informática y comunicaciones, a fin de poder comprender un sistema complejo para poder, en el futuro, diseñar e implementar servicios de ingeniería biomédica.

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

- 1:** Tener una visión global de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que sirva de base fundamental sobre la que construir, en el resto de asignaturas del máster, el conocimiento de la ingeniería biomédica.
- 2:** Comprender la problemática asociada los diferentes elementos que componen un sistema completo de telecomunicaciones y las herramientas y metodología técnica que permitan aportar soluciones tecnológicas de ingeniería.
- 3:** Manejar los conceptos fundamentales de informática y comunicaciones, así como sus tecnologías básicas.
- 4:** Comprender y saber aplicar los métodos, algoritmos y técnicas básicas asociadas a los conceptos fundamentales.
- 5:** Identificar los conceptos fundamentales en un sistema complejo de ingeniería biomédica y seleccionar los métodos, algoritmos y técnicas más adecuados a cada problemática o contexto concreto que se plantee.

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

Las capacidades y competencias desarrolladas en la asignatura son relevantes para un ingeniero biomédico, dado el gran auge que las **Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones** y sus avances en las redes de comunicación y el tratamiento específico de la información biomédica tienen en el **diseño, desarrollo e implementación de soluciones de e-Salud** transferibles al sistema sanitario.

---

## 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: 2 horas): Examen teórico-práctico. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Habrá un examen en cada convocatoria.
- 2:** **Trabajo de asignatura.** Se realizará un trabajo consistente en la aplicación básica de los fundamentos de

Informática y Comunicaciones en un sistema de ingeniería biomédica, mediante el análisis de un servicio real y su relación con los contenidos de la asignatura, que será expuesto durante una de las sesiones presenciales de la asignatura para poder ser valorado y discutido. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.

**3:** La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria.

Para el trabajo de asignatura se valorarán los siguientes aspectos: a) la correcta incorporación y aplicación de las metodologías estudiadas, b) la profundidad técnica y tecnológica de la propuesta realizada y c) las contribuciones personales que puedan plantearse como extensiones a la mera recopilación de información disponible.

---

## 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 marcadamente teórico-práctica, de modo que los fundamentos y metodologías descritas se presenten en todo momento detallando su aplicación en sistemas y servicios reales. Tras una visión general, aplicada y práctica de los distintos aspectos de la asignatura, el estudiante ha de trabajar por sí solo la aplicación práctica de la teoría, relacionándola con sistemas de telecomunicación y servicios de ingeniería biomédica, en los que debe mostrar su capacidad para identificar los conceptos fundamentales en un sistema complejo de ingeniería biomédica y seleccionar los métodos, algoritmos y técnicas más adecuados a cada problemática o contexto concreto que se plantee. Para todo ello es fundamental también seguir la metodología científica planteada en la asignatura así como manejar con soltura la bibliografía recomendada.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

- 1:**
- **Seminario de la asignatura.** Presencial (21 horas) y no presencial (30 horas, aprox.). Las clases magistrales participativas estarán apoyadas en diapositivas, previamente a disposición de los alumnos. También se dispondrá de una serie de artículos relacionados con la materia de aquellos temas que se consideren necesarios. Se abordarán los siguientes temas:
  - BLOQUE I. INTRODUCCIÓN (3h teóricas). Introducción a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Principios generales de telecomunicaciones. Ejemplos de sistemas de telecomunicaciones. Escenario actual de las telecomunicaciones.
  - BLOQUE II. REDES Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES (3h teóricas). Problemática de un modelo de telecomunicaciones. Redes: conceptos básicos. Comunicaciones de voz. Comunicaciones de datos. Servicios de Telecomunicaciones.
  - BLOQUE III. TECNOLOGÍAS DE RED DE TRANSPORTE (3h teóricas). Introducción. Red de transporte. Encaminamiento.
  - BLOQUE IV. TECNOLOGÍAS DE RED CATV (2h teóricas). Introducción a CATV. Origen y desarrollo social de la tecnología CATV. Descripción de una red CATV. Ventajas e inconvenientes de red CATV.
  - BLOQUE V. MODULACIÓN DE LA SEÑAL (2h teóricas). Modulaciones analógicas. Modulaciones digitales.
  - BLOQUE VI. MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y ANTENAS DE TELECOMUNICACIONES (2h teóricas). Introducción a los medios de transmisión. Par trenzado. Cable coaxial. Fibra óptica. Introducción al estudio de antenas. Parámetros de antenas. Escenarios de aplicación.
  - BLOQUE VII. ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES (2h teóricas). Sistemas analógicos VS sistemas digitales. Transmisión analógica de datos analógicos. Transmisión analógica de datos digitales. Transmisión digital de datos digitales. Sistemas electrónicos.
  - BLOQUE VIII. INFORMÁTICA, PROGRAMACIÓN Y SISTEMAS (4h teóricas). Sistemas de información.

Programación de computadores. Objetos y estructuras básicas. Lenguajes y elementos de programación. Servidores y bases de datos. Fundamentos de computadores. Sistemas operativos. Gestión de procesos, registros y memoria. Estructuras de datos.

- 2:** **Trabajo de asignatura.** Presencial (2 horas) y no presencial (10 horas, aprox.). Se realizará un trabajo consistente en la aplicación básica de los fundamentos de Informática y Comunicaciones en un sistema de ingeniería biomédica, mediante el análisis de un servicio real y su relación con los contenidos de la asignatura, que será expuesto durante una de las sesiones presenciales de la asignatura para poder ser valorado y discutido.
- 3:** **Material de la asignatura.** En el directorio BSCW de la asignatura están disponibles los apuntes completos en formato PDF y las transparencias *power point* utilizadas en las clases presenciales de la asignatura.
- 4:** **Artículos de investigación relacionados con la materia.** En el directorio BSCW de la asignatura están disponibles en formato PDF los artículos de investigación recomendados en la bibliografía de la asignatura.
- 5:** **Fuentes complementarias:**
- W. Stallings. *Comunicaciones y Redes de Computadores*. 6ª Ed. MacMillan, 2000.
  - F. Halsall. *Comunicación de Datos, Redes de Computadores y Sistemas Abiertos*. 4ª Ed. Addison Wesley, 1998.
  - A. S. Tanenbaum. *Redes de Ordenadores*. 2ª Ed. Prentice-Hall, 1991.
  - A.S. Tanenbaum. *Organización de Computadores: un enfoque estructurado*. 2ª Ed. de la 3ª versión inglesa. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1992.
  - A.S. Tanenbaum. *Modern Operating Systems*. Prentice-Hall. 1992.
  - John F. Wakerly. *Digital Design Principles & Practices*. Prentice-Hall International Eds. 1990.
  - David A. Patterson, John. L Hennessy. *Organización y Diseño de Computadores. La interfaz Hardware/Software*. Mc Graw Hill. 1995.
  - John. L Hennessy, David A. Patterson. *Arquitectura de Computadores: un enfoque cuantitativo*. McGraw-Hill. 1993
  - D. Hwang. *Advanced Computer Architecture*. McGraw-Hill. 1993.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Esta asignatura está planificada en el segundo cuatrimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 21 de septiembre de 2009 al 6 de noviembre de 2009.

- Las **sesiones presenciales** tendrán lugar de forma general los lunes de 18 a 20 horas y los martes de 16 a 17 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.
- Los **trabajos de asignatura** se podrán presentar hasta el día 13 de noviembre de 2009 para la 1ª convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2010 para la 2ª convocatoria.
- El **examen** se realizará el 10 de noviembre de 2009 a las 16:00 (1ª convocatoria) y 24 de agosto de 2010 (2ª convocatoria) en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62705 - FT-Fundamentos de Matemáticas

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Esther Pueyo Paules** epueyo@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura deben cursarla necesariamente todos aquellos estudiantes provenientes de licenciaturas/grados en Biología, Farmacia, Medicina y Bioquímica. Esta asignatura sirve de base para muchas otras asignaturas incluidas en el máster.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 20 de Septiembre de 2010
  - Fin de las clases: 5 de Noviembre de 2010
  - Entrega de proyectos: hasta el 11 de Noviembre de 2010 en Primera Convocatoria y hasta el 1 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria.
  - Examen: 11 de Noviembre de 2010 en Primera Convocatoria y 1 de Septiembre de 2011 en 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 representar mediante el modelo matemático apropiado sistemas reales obtenidos en distintos ámbitos de la biología y la medicina.
- 2:** Es capaz de analizar y resolver problemas formulados matemáticamente, tanto de forma manual como con ayuda del ordenador.
- 3:** Es capaz de interpretar los resultados y valorar críticamente los métodos empleados de acuerdo con las premisas del sistema real analizado.

### Introducción

## Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende transmitir al estudiante la relación natural existente entre las matemáticas y los procesos biológicos. Asimismo se pretenden revisar y completar los conceptos de cálculo y álgebra e introducir nuevas herramientas para la resolución de distintos problemas que se presentan en las ciencias y la ingeniería, destacando la aplicación práctica que los fundamentos teóricos tienen a la hora de modelar sistemas biológicos reales. Se resaltarán la importancia de interpretar los resultados obtenidos, así como de valorar críticamente los modelos empleados.

La asignatura consta de 2,5 créditos ECTS o 62,5 horas de trabajo del estudiante. Es una asignatura obligatoria perteneciente al módulo Fundamentos Técnicos (FT), que deberán cursar todos aquellos alumnos que provengan de una licenciatura o grado de perfil biomédico. La asignatura se imparte en el primer bimestre y los conocimientos adquiridos se complementan con los de las restantes materias incluidas en el bloque FT, sirviendo de base a alumnos de perfil biomédico para cursar el resto de asignaturas multidisciplinares incluidas en el máster.

---

## 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 'Fundamentos de matemáticas' tiene, entre sus objetivos generales, proporcionar a los estudiantes los conceptos y técnicas fundamentales de las matemáticas necesarios para la modelización de problemas reales del ámbito biomédico. Partiendo de la modelización realizada para cada situación planteada, se pretende además que los estudiantes conozcan y apliquen la metodología más adecuada para su resolución.

Durante las primeras sesiones teóricas y prácticas se presentará al estudiante un abanico de sistemas biológicos reales que pueden representarse mediante modelos matemáticos y se realizará una clasificación de los posibles modelos atendiendo a sus características. Asimismo se introducirán los métodos básicos de la teoría de la aproximación, como una introducción a la simulación, indispensable para cualquier modelización moderna. A continuación, se iniciará al estudiante en la teoría de variable compleja, destacando su importancia como forma de unificar distintos conceptos matemáticos, y se desarrollarán los aspectos fundamentales de las principales transformadas complejas: Laplace, transformada  $z$  y Fourier. Una utilidad importante de estas transformadas es su aplicación para la resolución de numerosos problemas de ingeniería biomédica, representados a través de ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias finitas, cuyo estudio se abordarán en la parte final de la asignatura.

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

La asignatura 'Fundamentos de matemáticas' pretende sentar las bases matemáticas necesarias para el desarrollo de muchas otras asignaturas impartidas en el máster de Ingeniería Biomédica. Los conceptos y técnicas matemáticas presentados en esta asignatura serán útiles para el estudiante a la hora de resolver problemas reales con los que se encontrará en distintos contextos biomédicos. Por otra parte, la formación matemática proporcionada ayudará al futuro Ingeniero Biomédico a potenciar su razonamiento lógico, así como su capacidad de síntesis y generalización. Esto le ayudará a comprender y resolver otros problemas nuevos a los que pueda enfrentarse en el desarrollo de sus tareas profesionales.

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

- 1: Reconocer ejemplos de sistemas biológicos reales que pueden representarse a través de modelos matemáticos.
- 2: Aplicar técnicas de aproximación de funciones para la representación de datos experimentales.
- 3: Conocer y utilizar la teoría de variable compleja y operar con las transformadas de Laplace,  $z$  y Fourier.



- 4: Identificar problemas de los campos de la biología y la medicina que pueden formularse mediante sistemas de ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias finitas.
- 5: Aplicar las transformadas complejas estudiadas a la resolución de los sistemas de ecuaciones planteados.
- 6: Interpretar las soluciones obtenidas de la formulación matemática en el contexto del problema biomédico planteado.
- 7: Ser crítico con los resultados obtenidos y valorar la adecuación de la metodología matemática empleada.

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

La adecuada formación matemática de un Ingeniero Biomédico resulta básica a la hora de plantear y resolver problemas que requieren de una formulación teórica, como es el caso de aquellos que implican la predicción de comportamientos en un tiempo futuro lejano. En su actividad profesional el Ingeniero Biomédico deberá enfrentarse a situaciones cuya resolución requiere la utilización de técnicas que, aunque van más allá de las estudiadas en esta asignatura, precisan del conocimiento y aplicación de los fundamentos matemáticos proporcionados en esta materia.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1: Examen final. En cada convocatoria se realiza una prueba escrita de la materia correspondiente a la totalidad del temario. Esta prueba tiene por finalidad evaluar la adquisición de los conocimientos teóricos y la capacidad para aplicarlos en situaciones propias del contexto biomédico.
- 2: Proyecto de trabajo. Hacia el final de las sesiones teóricas y prácticas desarrolladas a lo largo del cuatrimestre se plantea al estudiante un proyecto en el que se aborda una situación práctica que requiere la aplicación conjunta de conocimientos de los distintos bloques de contenidos que componen la asignatura. Para resolver las distintas cuestionadas planteadas en el proyecto el estudiante debe responsabilizarse de la búsqueda y organización de la información necesaria, encargándose el profesor de la supervisión de las tareas que realiza el estudiante.
- 3: Hojas de ejercicios. Al final de cada bloque de contenidos se proporciona al estudiante una colección de problemas ordenados por grado de complejidad para que éste los resuelva individualmente. En sesiones posteriores de clase se pone en común la resolución de dichos problemas.
- 4: Prácticas de laboratorio. Periódicamente se realizan sesiones de laboratorio que permiten al estudiante poner en práctica el diseño de métodos para resolver computacionalmente cuestiones tratadas en las distintas unidades temáticas de la asignatura.
- 5: Los alumnos no presenciales tienen acceso a los documentos descritos en la sección "documentos de referencia". Además, deben ponerse en contacto con el profesor para que éste les facilite el guión individualizado del proyecto que deben realizar, que entregarán en la fecha del examen final. Asimismo realizarán una prueba alternativa en la misma fecha del examen final que abarcará los contenidos evaluados tanto a través de las hojas de ejercicios como de las prácticas de laboratorio.

Los alumnos que se presenten en segunda convocatoria deben realizar todas aquellas actividades de

evaluación que no hubiesen superado en la primera convocatoria.

## **Criterios de evaluación**

**La consecución de los resultados de aprendizaje por parte del estudiante se valorará conforme a los siguientes criterios ...**

**1:**

La asignatura se desarrolla en el primer bimestre. En el curso 2010-2011 las clases comienzan el 20 de Septiembre de 2010 y finalizan el 5 de Noviembre de 2010.

Las sesiones presenciales tienen lugar los lunes de 16 a 17 horas y los martes de 18 a 20 horas. Las sesiones de teoría se desarrollan en el aula A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro, mientras que las prácticas de laboratorio se realizan en el aula de informática del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) del edificio Torres Quevedo en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizan los días 11 y 25 de Octubre de 2010 y 8 de Noviembre de 2010.

La entrega de los proyectos de trabajo se realiza hasta el 11 de Noviembre de 2010 en Primera Convocatoria y hasta el 1 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria.

El examen final de la asignatura se realizará el 11 de Noviembre de 2010 en Primera Convocatoria y 1 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria en el aula A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

## **Documentos de referencia**

**En el desarrollo de las actividades de evaluación el estudiante contará con ...**

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

La asignatura 'Fundamentos de matemáticas' se ha planteado con la finalidad de proporcionar al estudiante de los conceptos y técnicas matemáticas necesarias para la modelización y resolución de problemas biomédicos. Durante las clases teóricas se abordan los contenidos básicos relativos a la formulación, desarrollo e interpretación de los modelos matemáticos planteados, los cuales se ilustran mediante ejemplos propios de la biología y la medicina. En las sesiones de prácticas realizadas en el laboratorio se aplican los contenidos tratados en las sesiones teóricas y se plantea al estudiante la realización de implementaciones computacionales útiles para que el ingeniero biomédico pueda aplicarlas en una situación real. El proyecto de trabajo propuesto al final del bimestre permite al estudiante enfrentarse a un caso eminentemente práctico en el que mide su autonomía en la adquisición, planificación y organización de la información requerida para resolver con éxito la situación propuesta.

### **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:**

Sesiones teóricas de fundamentos de matemáticas. El objetivo de estas sesiones es la adquisición por parte del estudiante de una serie de contenidos básicos que sirvan de base para su análisis y para el posterior planteamiento de problemas. En estas sesiones se combinará la exposición de contenidos por parte del profesor con la participación de los estudiantes a través del debate y reflexión de los contenidos tratados así como de la puesta en común de las cuestiones propuestas. Los contenidos tratados en las sesiones teóricas

se agrupan en torno a los siguientes bloques:

Unidad 1. Representación de sistemas biológicos reales mediante modelos matemáticos. Clasificación de modelos: deterministas/aleatorios, continuos/discretos, paramétricos/no paramétricos.

Unidad 2. Aproximación de funciones. Polinomios de interpolación: interpolación lineal, de Lagrange, de Newton. Error en la interpolación. Ajuste por mínimos cuadrados.

Unidad 3. Números complejos: definición, representación, propiedades y operaciones. Funciones de variable compleja: definición, ejemplos, cálculo de integrales, series.

Unidad 4. Transformada de Laplace y transformada z. Transformada de Fourier continua y discreta. Series de Fourier.

Unidad 5. Ecuaciones diferenciales y ecuaciones en diferencias finitas. Resolución de ecuaciones diferenciales mediante transformada de Laplace. Resolución de ecuaciones en diferencias mediante transformada z. Sistemas de ecuaciones diferenciales y sistemas de ecuaciones en diferencias finitas.

Unidad 6. Modelos matemáticos en biología y medicina: crecimiento de una población, sistemas de competición, sistemas de predación, excreción de medicamentos, asimilación de sustancias, presión aórtica. Planteamiento, resolución e interpretación.

Las sesiones de teoría se desarrollan en el aula mediante la proyección de transparencias y el soporte, en caso necesario, de la pizarra del aula. Además, se cuenta con ordenadores para la resolución computacional de cuestiones prácticas.

**2:** Proyecto de trabajo. El objetivo del proyecto es hacer partícipe al estudiante del aprendizaje de métodos matemáticos a través del planteamiento de un caso práctico que requiere, para su resolución, la aplicación de los distintos conocimientos y herramientas adquiridos en el estudio de los bloques de contenidos que componen la asignatura. Para este proyecto, planteado de forma individualizada a cada estudiante, se facilita un documento con una serie de cuestiones que sirve de guía para el desarrollo del mismo. Asimismo, se proporcionan al estudiante fuentes de las que puede obtener información que le sirva de ayuda. Ésta es una actividad no presencial que el alumno resuelve individualmente como parte de su trabajo personal, interaccionando con el profesor en tutorías individualizadas si así lo requiere.

**3:** Hojas de ejercicios. El objetivo de las colecciones de problemas que se entregan a los alumnos al final de cada bloque de contenidos es contribuir a afianzar los contenidos y cuestiones trabajados en las sesiones teóricas. Además, la puesta en común de la resolución de tales problemas compromete al estudiante a ser crítico en la presentación de sus resultados así como en las propuestas realizadas por sus compañeros. Esta actividad combina una parte de estudio individual no presencial, en la que cada estudiante plantea y resuelve los problemas propuestos, junto con otra parte de trabajo presencial en la que se ponen en común las respuestas de todos los estudiantes.

**4:** Prácticas de laboratorio. El objetivo de las prácticas de laboratorio es proporcionar un contacto con el diseño e implementación de métodos computacionales para resolver problemas biológicos para los que se plantea una formulación matemática. Estas sesiones en el laboratorio suponen una motivación para los estudiantes, a la vez que permiten integrar los contenidos teóricos y prácticos trabajados en la asignatura. Para la realización de estas prácticas se facilita al estudiante un guión de las mismas y se explica el trabajo que se va a abordar en la sesión. Al finalizar, el estudiante debe presentar un informe, a modo de memoria de la práctica, donde recoja los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas durante la sesión.

## **Planificación y calendario**

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

La asignatura se desarrolla en el primer bimestre. En el curso 2010-2011 las clases comienzan el 20 de Septiembre de 2010 y finalizan el 5 de Noviembre de 2010.

Las sesiones presenciales tienen lugar los lunes de 16 a 17 horas y los martes de 18 a 20 horas. Las sesiones de teoría se

desarrollan en el aula A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro, mientras que las prácticas de laboratorio se realizan en el aula de informática del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) del edificio Torres Quevedo en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizan los días 11 y 25 de Octubre de 2010 y 8 de Noviembre de 2010.

La entrega de los proyectos de trabajo se realiza hasta el 11 de Noviembre de 2010 en Primera Convocatoria y hasta el 1 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria.

El examen final de la asignatura se realizará el 11 de Noviembre de 2010 en Primera Convocatoria y 1 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria en el aula A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



# Master en Ingeniería Biomédica 62706 - FT-Fundamentos de materiales

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

## Información básica

---

### Profesores

**Ricardo Rios Jordana** ricrios@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Los estudiantes del máster con formación en biología y medicina deberán cursar esta asignatura como parte de los cursos de nivelación.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

Los indicados en la programación del curso

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce las características propias de cada grupo de materiales (metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos) en relación con su estructura interna: estructura atómica, enlaces, cristalografía, defectos. Conoce los diagramas de equilibrio en metales y cerámicas y conoce cómo a través de procesos térmicos se puede modificar dicha estructura interna.
- 2:** Conoce a nivel básico las propiedades mecánicas, físicas y químicas (corrosión y degradación) de cada grupo de materiales y su relación con la estructura interna, y en función de éstas sus aplicaciones más relevantes y características.
- 3:** Conoce a nivel básico los procesos de deterioro en servicio como consecuencia de las sollicitaciones mecánicas, térmicas y medioambientales en las que se encuentran.
- 4:** Conoce los procesos de fabricación específicos y más básicos de cada uno de los grupos de materiales estudiados.
- 5:**

Conoce los criterios básicos para seleccionar el material más adecuado para algunas aplicaciones concretas.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende presentar y familiarizar al alumno con los grandes grupos de materiales existentes. En el curso se establecen las características estructurales de cada tipo de material, cómo se pueden modificar las características microestructurales, y como consecuencia sus propiedades mecánicas, físicas y químicas, por procesos térmicos, mecánicos y químicos durante la fabricación y en su puesta en servicio, siempre a nivel básico.

La asignatura consta de 2,5 créditos ECTS o 62,5 horas de trabajo del alumno. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia.

Esta asignatura es obligatoria a todos aquellos estudiantes que tengan una formación en ciencias biológicas y medicina

---

## 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:

El contenido de la asignatura pretende, como objetivo fundamental, del estudiante que no posee conocimientos previos de materiales, adquiera dichos conocimientos fundamentales sobre los materiales metálicos, los materiales poliméricos y los materiales cerámicos, estableciendo relaciones entre la estructura interna con las propiedades más relevantes como las mecánicas, las físicas y las de interacción con medios químicos externos. Se pretende también que el estudiante conozca la forma de determinar mediante ensayos algunas de las propiedades mecánicas, físicas y químicas que le permitan, en función de ellas y de las solicitaciones en servicio, elegir de forma simple el material adecuado a la aplicación considerada.

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

Esta asignatura pretende dar una base de materiales a los estudiantes procedentes de estudios de medicina y biología. Dentro del máster de Ingeniería Biomédica una parte del mismo incide en el tema de prótesis y demás elementos de inserción en el cuerpo humano y en andamiajes externos. El campo de los materiales en medicina está en constante investigación y desarrollo, con resultados innovadores muy frecuentes, tanto desde el punto de vista de los materiales como de los recubrimientos. Fenómenos de desgaste, fatiga e interacción química con el medio biológico de los materiales empleados en las prótesis hacen muy importante conocer los comportamientos fundamentales de los distintos materiales en esas condiciones, y esto es lo que esta asignatura básica pretende dar a conocer a los estudiantes sin formación anterior en materiales. Esta asignatura es previa a otras de Biomateriales, Recubrimientos y en complemento con las relacionadas con la mecánica y las estructuras.

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

- 1: Aplicar los conocimientos de los fundamentos de de ciencia, tecnología y química de materiales.
- 2: Poder correlacionar la microestructura con las propiedades de los materiales.
- 3: Fundamentar la utilización de un material en determinadas aplicaciones sencillas en función de su microestructura y propiedades, teniendo en cuenta las condiciones en servicio.

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

Conceptos básicos necesarios para comprender, con el complemento de otras asignaturas del máster, el empleo de los distintos materiales en prótesis y andamiajes, así como su diseño y cálculo en base a sus propiedades, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y de interacción con el medio ambiente.

---

## **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 compuesto de dos partes (tiempo disponible: 2 horas):

1. Examen de teoría (dos a tres preguntas). Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final.
2. Examen de ejercicios o cuestiones prácticas. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final.

Habrà un examen en cada convocatoria.

**2:** Trabajo de asignatura sobre un tema específico del temario de interés del propio estudiante, con exposición ante el profesor en sistema de proyección. El porcentaje en la nota será del 35%.

**3:** Informe de las prácticas de laboratorio. 5% 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 asistencia a las clases magistrales y a las clases tipo seminario. Las clases magistrales sirven para dar los conceptos que introduzcan los aspectos básicos que se desarrollan posteriormente en los seminarios de discusión de los distintos temas. Ello obliga a los estudiantes a un trabajo personal inicial de estudio con una documentación indicada en casa sesión de trabajo. Las prácticas de laboratorio permiten enseñar a los estudiantes la importancia de los ensayos y su normalización para obtener las propiedades de interés en los distintos materiales. El trabajo de asignatura permite sintetizar y compendiar los conocimientos que se van adquiriendo durante el curso y aplicarlos a un caso concreto de material y aplicación, preferiblemente dentro del campo biomédico.

### **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:** Clases presenciales interactivas de las cuales un 50% serán de carácter magistral (12h) y el resto (12,5h) de tipo seminario con los estudiantes, que deberán traer estudiado y trabajado la tarea indicada previamente (tiempo estimado por parte del alumno de 12,5h).

- 2:** Se realizarán como mínimo tres horas presenciales de trabajo de laboratorio realizando algunos ensayos de determinación de propiedades de algunos materiales. Los alumnos deberán entregar informe de la práctica con los resultados elaborados (tiempo estimado de 1h por cada 1h de laboratorio).
- 3:** Elaboración de un trabajo de asignatura sobre un tema relacionado con el temario, y elegido por el propio estudiante. Deberá consultar fuentes bibliográficas y artículos científicos de las bases de datos accesibles desde la Universidad. El trabajo debe ser expuesto ante el profesor y los demás estudiantes y será discutido.

## **Planificación y calendario**

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

Las clases se imparten en el aula designada por la organización del Máster.

Las practicas de laboratorio se acuerdan con los estudiantes.

Los trabajos se presentarán la última semana de impartición del curso.

## **Recursos Docentes**

### **Bibliografía Recomendada**

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>





## Master en Ingeniería Biomédica 62707 - FT-Fundamentos de mecánica

Guía docente del curso 2012 - 2013

---

### Información básica

---

#### Profesores

José Félix Rodríguez Matas jfrodrig@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Los estudiantes del máster con formación en biología y medicina deberán de tomar esta asignatura como parte de los cursos de nivelación.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de clases: 21/09/2009
  - Exámen: 9/11/2009 a las 17:00 (1ª conv.) y 13/11/2009 a las 18:00 (2ª conv.)
- 

### Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de plantear un diagrama de sólido libre de un cuerpo rígido y plantear el equilibrio de fuerza y momentos alrededor de un punto
- 2:** Manejar el concepto de fuerzas internas en un cuerpo deformable, así como la definición del tensor tensión y tensor deformación.
- 3:** Definir la tensión y deformación normales y tangenciales y las relaciones constitutivas entre ambas para un material elástico lineal
- 4:** Es capaz de resolver el campo de tensiones y deformaciones en elementos sometidos a carga axial
- 5:** Es capaz de resolver la distribución de tensiones en vigas sometidas a flexión pura
- 6:** Es capaz de resolver la distribución de tensiones en elementos sometidos al efecto combinado de flexión y

carga axial.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende presentar y familiarizar al alumno con los conceptos básicos de mecánica. El curso plantea una revisión de la definición de cuerpo rígido, sistemas de fuerzas y equilibrio, para posteriormente introducir la noción del cuerpo deformable, fuerzas internas, tensiones y deformaciones, con particularización a los casos de carga axial y flexión pura.

La asignatura consta de 2,5 créditos ECTS o 62.5 horas de trabajo del alumno. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia.

Esta asignatura es obligatoria a todos aquellos estudiantes que tengan una formación en ciencias biológicas y medicina

---

## 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:

El objetivo de este curso es presentar y familiarizar al alumno con los conceptos básicos de mecánica. El curso plantea una revisión de la definición de cuerpo rígido, sistemas de fuerzas y equilibrio, para posteriormente introducir la noción del cuerpo deformable, fuerzas internas, tensiones y deformaciones, con particularización a los casos de carga axial y flexión pura.

El objetivo global de la asignatura es familiarizar al estudiante con el lenguaje de la mecánica del cuerpo rígido y del sólido deformable así como dotarlo de los elementos básicos para emprender cursos más complejos en biomecánica

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

El desarrollo de modernas terapias para el tratamiento de enfermedades así como de nuevas técnicas de diagnóstico e intervenciones quirúrgicas, exigen cada vez más la aplicación de herramientas de ingeniería al estudio de los tejidos biológicos y de su interacción con otros tejidos y otros elementos como prótesis o instrumentos quirúrgicos. La respuesta de los tejidos biológicos a la acción de fuerzas externas, así como su interacción con otros tejidos y el ambiente, obedecen a un más o menos complejo sistema de ecuaciones dentro del marco de la mecánica de los medios continuos. Esta asignatura pone al servicio del estudiante los conceptos básicos de la mecánica para estudiar el comportamiento de los tejidos biológicos, así como el lenguaje necesario para una efectiva comunicación con otros profesionales de ingeniería.

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

- 1: Dibujar un diagrama de sólido libre y plantear las ecuaciones de equilibrio de fuerzas y de momentos para sólidos rígidos.
- 2: Plantear equilibrio en sistemas mecánicos isoestáticos.
- 3: Manipular e interpretar los tensores de tensión y deformación en un punto de un cuerpo deformable
- 4: Manejo de las relaciones constitutivas para un material elástico-lineal
- 5:

Calcular las tensiones y deformaciones en barras sometidas a esfuerzo axial

- 6:** Calcular las tensiones en elementos sometidos a momento flector puro y al efecto combinado de momento flector y esfuerzo axial

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

Conceptos básicos necesarios para poder estudiar y modelar el comportamiento de tejidos biológicos y a la biomecánica de las articulaciones. Los conceptos adquiridos en estas asignaturas son directamente aplicables por el ingeniero biomédico al diseño de prótesis, así como a la ingeniería de tejidos y andamiajes.

---

## **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 compuesto de dos partes (tiempo disponible: 2 horas):
1. Examen de teoría (dos a tres preguntas). Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final).
  2. Examen de problemas o cuestiones. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 60% de la nota final.
- Habrà un examen en cada convocatoria.
- 2:** Hojas de ejercicios entregables propuestas a lo largo del curso. Los ejercicios serán problemas o ejercicios prácticos. La calificación de estos ejercicios representará el 10% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 8 horas.
- 3:** Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada, serán evaluados mediante la actividad de evaluación 1. En este caso, los porcentajes correspondientes a cada apartado serán: 1.1) 35%, 1.1) 65%.

La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria

---

## **Actividades y recursos**

### **Presentación metodológica general**

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

La asignatura presenta un balance de actividad teórica y práctica. Los conceptos son presentados de una manera formal y demostrados en todo momento con ejemplos concretos encontrados en estructuras ingenieriles y sistemas biomecánicos. En ocasiones un mismo ejemplo se empleará para diferentes casos de aplicación de creciente complejidad como sucede en la

combinación de esfuerzos de flexión y axil.

Tras el trabajo llevado a cabo en el aula, el estudiante deberá de trabajar por si solo en la solución de diferentes problemas prácticos buscando reforzar y madurar los conceptos impartidos previamente en el aula.

## **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:** Seminario sobre "Fundamentos de Mecánica". Presencial (17.5 horas) y no presencial (7 horas, aprox.). Algunos productos finales calificados.

Se revisarán, en primer lugar, los modelos de sistemas materiales, sistemas de fuerzas y propiedades geométricas. Posteriormente se introduce el concepto de equilibrio, y se estudia el equilibrio de sistemas materiales, desde una partícula hasta el cuerpo rígido. Se discutirá el concepto de vínculo de un sistema material y grados de libertad, dando como ejemplo las reacciones de vínculo y diagramas de cuerpos libre y fuerzas internas de los sistemas materiales. Se hablará de mecanismos y sistemas estables, introduciendo el concepto de isostaticidad e hiperestaticidad. Una vez revisados los conceptos básicos de estática de cuerpo rígido se introduce el concepto de cuerpo deformable, distribución de fuerzas internas, definición del vector de tensiones, sus componentes normal y tangencial y finalmente la introducción del concepto de tensor de tensiones de Cauchy. Se hablará también de los desplazamientos y deformaciones en un cuerpo deformable, la definición de la deformación normal y tangencial y la introducción del tensor de deformaciones. Estos conceptos básicos se aplicaran a el caso de elementos sometidos a carga axial, introduciendo aquí la relación entre tensión y deformación, el ensayo de tracción, y la definición de límite elástico, límite de fluencia, resistencia a la tracción y factor de seguridad. Se tratarán estructuras estáticamente indeterminadas y tensiones ocasionadas por la deformación térmica. Como última aplicación, se estudiará el problema de flexión pura en vigas, discutiendo la hipótesis de Bernoulli-Navier y sus consecuencias en la distribución de tensiones en vigas rectas de sección uniforme. Se verán los diagramas de fuerzas internas y la relación entre estas, y se introducirá el concepto de momento de inercia. Se finaliza con el problema de vigas sometidas a flexión y carga axial simultáneamente.

Tema 1: Conceptos básicos: Introducción a la Mecánica de Materiales

Tema 2: Equilibrio de sistemas mecánicos

Tema 3: Equilibrio del cuerpo deformable

Tema 4: Elementos sometidos a carga axial

Tema 5: Vigas a flexión pura

**2:** Resolución de ejercicios y problemas propuesto a los estudiantes a lo largo del curso. No presencial (20 horas, aprox.). Producto final calificado (10 % de la calificación final).

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está planificada en el primer bimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 21 de septiembre al 06 de noviembre de 2009.

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los lunes de 17 a 18 horas y los miércoles de 18 a 20 horas, en el seminario A.22 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro. Las fechas concretas son: 21, 23, 28, 30 de septiembre, 5, 7, 12, 14, 19, 21, 26 y 28 de octubre, 2 y 4 de noviembre de 2009.

Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 13 de noviembre de 2009.

El examen se realizará el 09 de noviembre de 2009 a las 18 horas, en el seminario A.22 del edificio Ada Byron en el campus

Río Ebro.

## **Documentos de Referencia**

**Documentos de Referencia**

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62709 - BBIT-Biomateriales

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

José Antonio Puértolas Rafales [japr@unizar.es](mailto:japr@unizar.es)

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Es conveniente una base genérica de materiales que se puede conseguir para aquellos alumnos que no la posean a través de la asignatura "Fundamentos de Materiales" que se imparte en el primer trimestre.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 01/02/2010
  - Finalización de las clases: 19 de Marzo de 2010
  - Sesiones prácticas: Se realizará una sesión de 2 horas un lunes de 16-18 h.
  - Presentación de trabajos: La fecha límite será 5 cinco días posterior al examen
  - Examen: 22 de marzo de 2010 ( 1ª convocatoria) y 6 de Septiembre ( 2ª convocatoria)
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conocer los materiales de que están formados las prótesis, implantes y dispositivos biomédicos
- 2:** Ser capaz de establecer los aspectos relacionados con la biocompatibilidad de los diferentes biomateriales en su contexto
- 3:**

Conocer los factores, las etapas y las regulaciones implicados en el proceso desde el diseño de un dispositivo hasta su comercialización final.

- 4:** Capacidad para comprender la terminología y los aspectos más relevantes de un artículo de investigación genérico en el campo de los biomateriales

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura trata sobre los materiales que se utilizan en implantes, sistemas de liberación de fármacos y andamiajes para la ingeniería de tejidos con el fin de evaluar, tratar, aumentar o reemplazar un tejido, órgano o función del cuerpo.

Se puede considerar como una asignatura horizontal dentro de la especialidad de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de tejidos ya que pone los fundamentos de biocompatibilidad y funcionalidad para obtener una adecuada interacción con el entorno biológico en el que sitúa el biomaterial.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno, de las que aproximadamente entre un tercio y la mitad serán presenciales, bien mediante seminarios teóricos, sesiones de prácticas, tutorías colectivas e individualizadas o sesiones de presentación de trabajos, etc. Algunos años se ha contado también con la presencia de un profesor invitado para profundizar en alguno de los temas propuestos.

---

## 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:

Esta asignatura pone las bases para el conocimiento de las características inherentes a un biomaterial. El carácter interdisciplinar de la asignatura pondrá de manifiesto la respuesta en ambas direcciones del binomio material-medio biológico. Por una parte se analizarán respuestas como la inflamación, osteointegración, hemocompatibilidad, osteolisis, etc, así como los cambios que experimentan los materiales dentro del cuerpo humano como corrosión, degradación, desgaste o hinchamiento. Estas características son necesarias para obtener la funcionalidad de cualquier dispositivo biomédico.

Por lo tanto, el objetivo fundamental es que el alumno conozca no sólo las propiedades intrínsecas de los materiales específicos de las diversas aplicaciones, sino también las interacciones que éstos provocan al situarse en el medio biológico.

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

Esta asignatura dentro de la especialidad de Biomecánica Biomateriales e Ingeniería (BBIT) de materiales pone las bases para el conocimiento de los materiales que se utilizan en las asignaturas como "Diseño de prótesis e implantes", "Sistemas de liberación de fármacos", "Ingeniería de Tejidos", y "Tecnología de Superficies". En todas estas asignaturas el papel desarrollado por el material es relevante. Las propiedades mecánicas, la biodegradación, la interconectividad o la modificación superficial son respectivamente algunos ejemplos de la necesidad del conocimiento de los biomateriales en el contexto de la titulación y más concretamente en la especialidad BBIT. La visión de conjunto que proporciona la asignatura actúa de elemento sinérgico para las asignaturas citadas

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

- 1:** Analizar los materiales constituyentes de las prótesis y sus propiedades
- 2:**

Conocer los aspectos de biocompatibilidad asociados a los materiales de cada aplicación biomédica

- 3:** Proyectar las diferentes etapas del diseño de un prototipo de prótesis y los ensayos y regulaciones que deben cumplir de cara a su puesta en el mercado.

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

La capacidad para conocer las propiedades intrínsecas de los biomateriales y los problemas asociados a su biocompatibilidad son aspectos necesarios para un Ingeniero Biomédico que se vaya a dedicar al diseño de prótesis e implantes, o bien a la investigación en este campo o en el campo de ingeniería de tejidos, biosensores y sistemas de liberación de fármacos. El marco legal en el que se desarrolla estos aspectos es importante también en los contextos anteriores.

---

## **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 la asignatura, tipo test (opción múltiple con tres respuestas y corrección por resultado negativo). El número de preguntas será 25 y hay que alcanzar 10 puntos para considerar superar esta prueba. (60%)
- 2:** Presentación oral de un trabajo. El alumno deberá exponer en presencia del resto de los alumnos y del profesor un trabajo específico que le asignará el profesor o bien lo elegirá el alumno con la aprobación del profesor, sobre un aspecto relacionado con la asignatura. El tema abordará elementos de la asignatura no desarrollados en detalle por lo que servirá para profundizar en un tema en concreto a la vez que se completa la información recibida de la asignatura. (30%)
- 3:** Artículo científico-técnico. Realizar un resumen de un artículo en el que se trate alguno de los temas planteados en la asignatura. (10 %)

## **Criterios de evaluación**

**Criterios de evaluación**

## **Documentos de referencia**

**Documentos de referencia**

---

## **Actividades y recursos**

---

## **Presentación metodológica general**



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

El proceso de aprendizaje está preparado para que el alumno se introduzca en el campo de los biomateriales de manera gradual. No se pretende iniciar un listado de las propiedades de los metales, polímeros, cerámicas, sino introducir los materiales asociados a dispositivos o prótesis concretos, estudiando también la biocompatibilidad asociada. Se inicia con los materiales para prótesis articulares, dispositivos vertebrales y dentales. Se introducen las biocerámicas para sustitutivos óseos y cementos. A continuación se describen los biodegradables y su relación con los sistemas de liberación de fármacos, para finalmente estudiar los materiales para dispositivos cardiovasculares. Se complementa el aprendizaje con los andamiajes para ingeniería de tejidos.

El alumno tras una visión inicial de la asignatura, empezará a preparar un trabajo sobre un dispositivo específico donde deberá mostrar los materiales adecuados, sus propiedades y los elementos de biocompatibilidad necesarios, en la línea con la filosofía. El aprendizaje se complementará con una orientación práctica al tener que realizar un estudio comparativo de diferentes prótesis comerciales actuales de una misma funcionalidad. El aprendizaje también contará con una parte experimental mediante una práctica, para mostrar al alumno la metodología utilizada en los ensayos sobre los biomateriales.

## **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:** Seminario teórico. En este seminario se irán introduciendo los diferentes tipos de materiales y sus aplicaciones en implantes y prótesis, liberación de fármacos e ingeniería de tejidos, resaltando los aspectos de biocompatibilidad y la interacción del biomaterial con el medio biológico. Los materiales y sus propiedades se irán introduciendo a medida que se utilicen en las aplicaciones mencionadas. Los temas objeto de estudio son los siguientes:

- Conceptos de biomaterial y biocompatibilidad
- Materiales para reemplazar tejidos duros
- Deterioro de materiales en prótesis articulares y osteolisis
- Biocerámicas para sustitutivos óseos y cementos
- Materiales para implantes dentales y dispositivos vertebrales
- Biomateriales en dispositivos cardiovasculares
- Liberación de fármacos. materiales biodegradables
- La modificación de la superficie como elemento de control de la interacción con el medio biológico
- Marco legal para la introducción de nuevos dispositivos

**2:** Sesiones prácticas. Se realizará una práctica presencial que consistirá en evaluar el comportamiento tribológico de un par de materiales utilizados en prótesis articulares mediante la medida del desgaste y del coeficiente de fricción. Esta sesión práctica se realizará en el laboratorio utilizando un tribómetro para la realización del desgaste y un microscopio confocal para evaluar la huella del desgaste producido.

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está planificada en el tercer bimestre que se extiende en un periodo aproximado que va del 1 de Febrero al 19 de Marzo.

El seminario teórico tiene lugar de manera presencial los lunes de 16-18 h y los miércoles de 16-17 h en el seminario A21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro

La sesión de laboratorio tendrá lugar un lunes al finalizar el tema asociado a los materiales para prótesis articulates.

Los trabajos de asignatura se expondrán en el periodo desde la finalización de clases hasta el 31 de Mayo para la primera convocatoria y hasta el 6 de Septiembre en la segunda.

El examenn se realizará el día 22 de Marco en el seminario A21 del edificio Ada Byron en el campus Rio Ebro.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62710 - BBIT-Biomecánica de las articulaciones

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Estefania Peña Baquedano** fany@unizar.es

**María Amaya Pérez del Palomar Aldea** amaya@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber cursado las asignaturas de primer cuatrimestre:

TH-Métodos de simulación numérica y BBIT-Mecánica de medios continuos

y cursar las asignaturas de segundo cuatrimestre:

BBIT-Diseño de prótesis e implantes y BBIT-Modelado del comportamiento de tejidos biológicos

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Las clases comienzan el 31 de Marzo, en el Aula 2.16 Edificio Agustín de Betancourt, con el siguiente horario:

**Miércoles: 16.0 -18.0, Viernes: 18.0-190**

El examen será el miércoles 2 de Junio 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:** Conocer la mecánica y dinámica de las articulaciones fundamentales del cuerpo humano
- 2:** Conocer los rangos de movimiento y estados de cargas fisiológicos y no fisiológicos de las articulaciones del cuerpo humano

**3:** Desarrollar un modelo mecánico de articulación y seleccionar los parámetros mecánicos y las condiciones de contorno adecuadas

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

En esta asignatura se presentará al alumno las principales articulaciones fisiológicas y su papel cinemático y mecánico en la estabilidad y transmisión de las fuerzas durante el movimiento. Haciendo especial hincapié en el papel individual y en su conjunto de cada una de las partes que las componen y su relación con la fisiología, constitución y características mecánicas de cada componente. También se introducirá al alumno las técnicas de modelado de las articulaciones en su conjunto y los estudios y conclusiones clínicas que pueden ser obtenidas a partir de ellas.

Se comenzará con una breve introducción a la Biomecánica y las diferentes tipologías de articulaciones que existen. Posteriormente se describirán los componentes fundamentales de cada una de ellas, cartílago y fibrocartílago, músculo, ligamentos y tendones y hueso y la relación entre sus propiedades y constitución con el papel que ejercen en las articulaciones. Posteriormente se procederá a describir las principales articulaciones del cuerpo distribuyéndolas en tres bloques: extremidad superior, extremidad inferior y columna y cabeza. En cada una de las articulaciones no sólo se describirá su fisiología, sino el papel de cada uno de los componentes en la estabilidad, cinemática y transmisión de fuerzas de la articulación, así como los rangos de movimiento fisiológicos a los que se ven sometidas. Posteriormente se introducirá al alumno en la cinemática de la marcha humana, características generales: pasos, tiempos y etapas y patologías más comunes. Así como se presentará al alumno una de las técnicas experimentales de mayor difusión para su estudio como son las plataformas de marcha, realizándose una práctica experimental en una plataforma VICON para que los alumnos conozcan las técnicas de medida y la información que puede extraerse de dichas medidas. Por último, se describen los pasos a seguir para modelar numéricamente una articulación, obtención de la geometría, generación de la malla, condiciones de contorno y cargas y técnicas especiales para el modelado de restricciones como el contacto, movimientos como Sólido Rígido y materiales no lineales. Haciendo hincapié en las dificultades más frecuentes y las soluciones posibles. Para la impartición de algunas de las clases teóricas y prácticas experimentales se podrán invitar a especialistas del campo que corresponda.

---

## **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:**

El objetivo de este curso es presentar al alumno las principales articulaciones fisiológicas y su papel cinemático y mecánico en la estabilidad y transmisión de las fuerzas durante el movimiento. Haciendo especial hincapié en el papel individual y en su conjunto de cada una de las partes que las componen y su relación con la fisiología, constitución y características mecánicas de cada componente.

También tiene como objetivo el familiarizar al alumno con las técnicas de modelado de las articulaciones en su conjunto y los estudios y conclusiones clínicas que pueden ser obtenidas a partir de ellas.

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

Esta asignatura de segundo cuatrimestre se encuentra relacionada con asignaturas previas como Mecánica de Medios Continuos y Métodos de Simulación numérica donde se describen las bases mecánicas y numéricas para el desarrollo de la asignatura.

También está relacionada con las asignaturas de segundo cuatrimestre Modelado de Tejidos Biológicos donde se explican los modelos de comportamiento de los componentes de una articulación y Diseño de Prótesis e Implantes donde se aplicarán los conceptos aprendidos en esta asignatura para el diseño de prótesis e implantes en las articulaciones.

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

- 1:** Analizar movimientos y cargas fisiológicos y no fisiológicos
- 2:** Identificar patologías y establecer las especificaciones de elementos que las corrijan o atenuen.
- 3:** Desarrollar modelos de elementos finitos de articulaciones humanas

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

La asignatura permitirá que el alumno conozca el papel y la función de cada una de las articulaciones del cuerpo humano y que tenga unos criterios objetivos de cuándo son patológicas o no, así como para describir las especificaciones de implantes y equipos quirúrgicos que se emplean sobre las articulaciones explicadas.

---

## **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:**  
  
Examen de mínimos, tipo preguntas cortas. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 40% 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 20% de la nota final.
  - 3:**  
**Pequeños trabajos o cuestiones**  
  
Durante el desarrollo de la asignatura se propondrán pequeños trabajos semipresenciales que complementen las clases teóricas y prácticas.  
La calificación de esta parte será el 40% 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:**

Se proporcionará al alumno los apuntes y transparencias de cada una de las lecciones con suficiente antelación a través del servidor web del master. Además, el alumno también dispondrá de una sala de ordenadores donde elaborar los trabajos de

asignatura con los programas empleados durante las prácticas. También se realizarán diferentes conferencias asociadas a algunas de las lecciones por parte de expertos en la materia. El alumno dispondrá como recursos, las bibliotecas de los diferentes centros y del área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, en la que la bibliografía propuesta se encuentra disponible. Los estudiantes tendrán acceso a las regencias bibliográficas de revistas que recomiende el profesor.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:**

### Clases magistrales:

Tema 1 (1h)	<b>Introducción.</b> En esta lección se introduce al alumno en los conceptos básicos de la biomecánica haciendo hincapié tanto en conceptos de mecánica básica como las técnicas experimentales. También se describirán las diferentes tipologías articulares destacando los rangos de movimiento que permiten cada una.
Tema 2 (3h)	<b>Biomecánica tisular del sistema musculoesquelético.</b> En este tema se describirán tanto la composición como la fisiología de los principales tejidos que conforman el sistema musculoesquelético como son: el hueso, el cartílago, el músculo, los ligamentos y los tendones así como la relación entre sus propiedades y constitución con el papel que ejercen en las articulaciones.
Tema 3 (3 h)	<b>Biomecánica articular de la extremidad superior.</b> Se describirán desde el punto de vista funcional tanto en condiciones fisiológicas como patológicas las principales articulaciones del tren superior: hombro, codo y la articulación de la muñeca. Se analizará el papel de cada uno de los componentes en la estabilidad, cinemática y transmisión de fuerzas de la articulación, así como los rangos de movimiento fisiológicas a los que se ven sometidas.
Tema 4 (5h)	<b>Biomecánica articular de la extremidad inferior.</b> En esta lección se realizará una descripción similar a la de la lección anterior pero centrada en las articulaciones de la extremidad inferior: cadera, rodilla, tobillo y pie. Se explicarán las principales patologías asociadas a estas articulaciones.
Tema 5 (4 h)	<b>Biomecánica de la columna y cabeza.</b> Cada una de las partes que componen la articulación de la columna: cervical, dorsal y lumbar, así como la articulación de la mandíbula, denominada articulación temporo-mandibular serán descritas en esta lección. También se presentarán de forma extensa su función, rango de movimiento y patologías asociada más usuales,.
Tema 6 (3h)	<b>Biomecánica de la marcha humana.</b> Se introducirá al alumno en la cinemática de la marcha humana, características generales pasos, tiempos y etapas y patologías más comunes. Así como se presentará al alumno una de las técnicas experimentales de mayor difusión para su estudio como son las plataformas de marcha, realizándose una práctica experimental en una plataforma VICON. Se mostrarán los fundamentos matemáticos y ,mecánicos en los que están basados los modelos de marcha y su aplicación para la detección de patologías, especialmente infantiles, y en la reconstrucción del movimiento.
Tema 7 (3 h)	<b>Aplicación del Método de los Elementos Finitos en Biomecánica.</b> En esta lección se describen los pasos a seguir para modelar numéricamente una articulación; obtención de la geometría, generación de la malla, condiciones de contorno y cargas y técnicas específicas para el modelado de restricciones como el contacto, movimientos como Sólido Rígido y materiales no lineales. Haciendo hincapié en las dificultades más frecuentes y las soluciones posibles.

**2:**

Prácticas de Laboratorio.

Consistirá en dos sesiones de prácticas:

Sesión I: Iniciación al software ABAQUS.

Se hará especial hincapié en aquellos aspectos no tratados hasta ahora durante el desarrollo del Máster, como pueden ser tipos de condiciones de contorno o contacto.

Sesión II: Modelado de una articulación

Se hará un modelo simplificado de articulación en 2D.

## **Planificación y calendario**

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

Las clases comienzan el 31 de Marzo, en el Aula 2.16 Edificio Agustín de Betancourt, con el siguiente horario:

**Miércoles: 16.0 -18.0, Viernes: 18.0-19.0**

Las prácticas se realizarán en el Aula de Informática del I3A.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica

### 62711 - BBIT-Characterización nanométrica en biomedicina y nanosensores

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

## Información básica

---

### Profesores

**Maria Valeria Grazú Bonavia** [vgrazu@unizar.es](mailto:vgrazu@unizar.es)

**Jesús Martínez de la Fuente** [jmfuente@unizar.es](mailto:jmfuente@unizar.es)

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

#### PROFESORADO PERMANENTE



**Dra María Valeria Grazú Bonavía** (Investigadora del Instituto de Nanociencia de Aragón)

E-mail: [vgrazu@unizar.es](mailto:vgrazu@unizar.es)



**Dr Jesús M. de la Fuente** (Investigador ARAID, Instituto de Nanociencia de Aragón)

E-mail: [jmfuente@unizar.es](mailto:jmfuente@unizar.es)

**Investigación relacionada con la materia:** Tanto la Dra Grazú como el Dr. de la Fuente pertenecen al Grupo de Biofuncionalización de Nanopartículas y Superficies (BioNanoSurf) del Instituto de Nanociencia de Aragón. La temática de esta materia está centrada en las líneas de investigación del grupo. Nuestras líneas de investigación se centran en el desarrollo de nanopartículas y superficies biofuncionales para su aplicación en áreas de Nanomedicina. Podríamos clasificarlas en dos grandes grupos, por un lado la biofuncionalización de superficies para el desarrollo de procesos de adhesión celular y reconocimiento molecular, y por otro lado, la preparación, caracterización y biofuncionalización de nanopartículas metálicas para su empleo en biosensores y terapia tumoral. La modificación química de la superficie de las nanopartículas o de las diferentes superficies, así como la modificación de las proteínas o carbohidratos a unir es un requisito indispensable para una biofuncionalización adecuada de estos materiales para su uso en el desarrollo de nanobiosensores. A pesar de tener una amplia experiencia en la preparación de estos materiales, es en el ámbito de su funcionalización con moléculas de interés biológico (enzimas, anticuerpos, sondas de ADN, etc) donde se centra nuestra investigación. **Publicaciones relevantes:** M. Moros, B. Pelaz, P. Lopez, M.L. García, V. Grazú, J.M. de la Fuente. Engineering Biofunctional Magnetic Nanoparticles for Biotechnological Applications. *Nanoscale*, aceptado; J Conde, JM de la Fuente, VP Baptista RNA quantification using gold nanoparticles application to cancer diagnostics. *J Nanobiotechnology* 2010, 8, 5; Marradi M, Alcantara D, de la Fuente JM y col. Paramagnetic gold-based glyconanoparticles as probes for MRI: tuning relaxivities with sugars, *Chem Comm* 2009, 26, 3922-3924; Cesar Mateo, Valeria Grazu, Jose M. Palomo, Fernando Lopez-Gallego, Roberto Fernandez-Lafuente and Jose M. Guisan Immobilization of Enzymes on Heterofunctional Epoxy Supports: Rigidification of different regions of the Enzyme Surface. *Nature Protocols* 2007, 2(5), 1022-1033.



## PROFESORES INVITADOS

**Dra. María Teresa Martínez** (Profesora de investigación del Instituto de Carboquímica del CSIC)

**Relación de su investigación con la materia:** El grupo de la Dra Martínez es de carácter multidisciplinar internacionalmente reconocido en los campos de Nanociencia y Nanotecnología. EL mismo posee amplia experiencia en la síntesis, funcionalización, procesado y caracterización de nanotubos de carbono (CNT), y está especializado en el desarrollo de nanomateriales compuestos avanzados altamente funcionales. Una de sus líneas de investigación se centra en el uso de nanotubos de carbono para el desarrollo de nanobiosensores con aplicaciones en biomedicina. Recientemente junto con investigadores de la Universidad de Berkeley (EE.UU.) y del Instituto de Química Avanzada de Cataluña del CSIC han desarrollado un biosensor de ADN que permite detectar secuencias genéticas gracias a la señal eléctrica que se genera cuando se unen dos cadenas de ADN complementarias (hibridación). Un sistema así podría ser aplicado en el futuro para el diagnóstico médico, para la detección de mutaciones genéticas u otras aplicaciones en las que se requiera detectar ADN de forma inmediata **Publicaciones relevantes:** Label-Free DNA Biosensors Based on Functionalized Carbon Nanotube Field Effect Transistors, Maria Teresa Martínez, Yu-Chih Tseng, Nerea Ormetagui, Iraida Loinaz, Ramon Eriyja, Jeffrey Bokor, **Nano Letters** 2009 9(1), 530-536.

**Dr. Javier Tamayo** (Científico Titular, Instituto de Microelectrónica de Madrid, IMM, CSIC).

**Relación de su investigación con la materia:** EL grupo de Dr. Tamayo centra su investigación en el desarrollo de sensores ultrasensibles basados en nanotecnologías y con aplicaciones en biomedicina. En particular, sus intereses científicos se centran en el desarrollo de nuevas herramientas de análisis genético y la detección de agentes infecciosos al nivel de entes biológicos individuales (virus y bacterias). Las principales líneas de investigación incluyen instrumentación avanzada en sensores nanomecánicos, innovación en métodos de transducción y actuación de nanoresonadores, modelización teórica de las interacciones biomoleculares y de la respuesta mecánica de los dispositivos híbridos bio-inorgánicos y el diseño de soluciones novedosas para detección biológica nanomecánica. **Publicaciones relevantes:** Nanomechanical label-free detection of DNA hybridization based on water intercalation in nucleic acid Films", J. Mertens, C. Rogero, M. Calleja, D. Ramos, C. Briones, J. A. Martín -Gago y J. Tamayo, **Nature Nanotechnology**, 3, 301 (2008). I "Nanomechanical sensors- Inside tracks weighs in with solution", J. Tamayo, *Nature Nanotechnology* 2, 342 (2007) News & Views about the work by Burg, Manalis et al (APL 83, 2698 (2003) and **Nature** 446, 1066 (2007).

## Actividades y fechas clave de la asignatura

**Inicio de las clases:** 01/02/2010

**Sesiones prácticas:** Habrá 2 sesiones prácticas de 3 horas cada una al finalizar el temario teórico en las Instalaciones del INA, EDIFICIO I+D, C/Mariano Esquillo s/n, Campus Rio Ebro (primer módulo izquierdo, 2do piso).

**Examen:** 24 de marzo de 2010 a las 18:00 (1ª conv.) y 8 de septiembre de 2010 (2ª conv.).

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de saber elegir el elemento de reconocimiento biológico más adecuado para el diseño de un biosensor.
- 2:** Es capaz de saber elegir el elemento de transducción nanoestructurado más adecuado para el diseño de un nanobiosensor según su aplicación.
- 3:**

Es capaz de detectar cuales son los puntos débiles y fortalezas de un biosensor para saber como posicionarlo en la rama del mercado de diagnóstico más adecuada.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Este curso proporciona una introducción al campo emergente de los nanobiosensores. Los nanobiosensores son una nueva generación de biosensores que se están desarrollando mediante varias estrategias de la nanotecnología de tipo “top-down” como la fabricación de nanoelectrodos por técnicas de nanofabricación o “bottom-up” como la obtención de nanopartículas a partir de síntesis u organización controlada de distintos materiales. La biofuncionalización de estos nano-objetos con distintos elementos de reconocimiento biológico (células, ADN, enzimas, anticuerpos, minibodies, aptámeros, materiales biomiméticos, etc) en combinación con técnicas ópticas, eléctricas o mecánicas de análisis está revolucionando el mundo de los biosensores. Esta gran expectativa se basa en que la implantación de los mismos supondrá una mejora en sensibilidad, selectividad, coste, capacidad de multi-detección y monitorización *in vivo*. Esto supondría una mejora en la eficiencia en el campo de los biosensores en general y muy especialmente en el campo del diagnóstico clínico, crucial para la prevención de enfermedades, y mejora de las técnicas terapéuticas.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas de la titulación de Ingeniero Biomédico. Dado que son necesarios conocimientos básicos de biología (estructura y función de biomoléculas de importancia diagnóstica: sondas de ADN, enzimas, anticuerpos, etc), se realizarán clases introductorias de nivelación de conocimientos al comienzo del curso. Además de las clases teóricas se impartirá un módulo práctico (2 clases de 3 horas c/u) donde el alumno aprenderá a sintetizar Nanopartículas de oro, como caracterizarlas y aplicarlas en el desarrollo de un biosensor basado en cambios en el plasmón superficial de las mismas.

Contamos a su vez con dos profesores invitados de renombre en el ámbito de desarrollo de nanobiosensores, el Dr Javier Tamayo y la Dra Teresa Martínez, que dictarán clases teóricas relacionadas con el desarrollo y las aplicaciones de biosensores nanomecánicos y basados en nanotubos de carbono, respectivamente.

---

## 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:

Se discutirán los distintos tipos de materiales biológicos que pueden utilizarse como elementos del sensor. Esto conllevará a su vez a la introducción de conceptos básicos de especificidad, sensibilidad, selectividad y bioafinidad. También se discutirán los distintos métodos más utilizados para unir el material biológico al sensor, para lo cual será necesario introducir conceptos de funcionalización de superficies, y distintas metodologías de inmovilización de materiales biológicos. Se describirán distintos tipos de nanobiosensores basados en materiales nanoestructurados como ser nanobiosensores optofluídicos, eléctricos o nanomecánicos. También se introducirán los nanobiosensores basados en nanopartículas magnéticas, de oro o “quantum dots”.

En todo momento se buscará interiorizar de la gran complejidad requerida en el diseño de un biosensor, el cual debe basarse en una estrecha interrelación de áreas distintas del conocimiento (electrónica, ingeniería, biología, medicina, física, química). Se buscará a su vez mostrar la gran potencialidad del uso de biosensores, para lo cual se profundizará en distintas aplicaciones de los mismos en áreas de gran relevancia como son la proteómica, la genómica, la salud, la monitorización de tóxicos y contaminantes, etc. Como objetivo final se abordará la integración de nanobiosensores en nanobiosistemas, para lo cual se introducirán conceptos como la integración en plataformas “lab-on-a-chip” así como aspectos de micro- y nano-fabricación lo cual puede permitir la automatización o incluso la implantación de biosensores en el organismo humano.

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

Esta materia posiciona al estudiante en el conocimiento de las herramientas más punteras utilizadas hoy en día en el contexto biomédico en el ámbito del diagnóstico clínico e *in vivo*, lo cual se enmarca dentro de los objetivos de la Titulación

de Ingeniería Biomédica. Además de interiorizar al estudiante en la síntesis de nanomateriales y su biofuncionalización para el desarrollo de nanobiosensores, también se interiorizará al alumnado en las técnicas de caracterización más punteras para la investigación en Nanociencia y Nanobiotecnología (TEM, SEM, XPS, DLS, EDX, SQUID, etc). Se podrá visitar todo este equipamiento ya que contamos con él en el Instituto de Nanociencia de Aragón (microscopios TITAN, salas blancas, etc).

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

- 1:** Seleccionar los protocolos más adecuados de unión de biomoléculas a sistemas nanoestructurados sin que pierdan su actividad biológica.
- 2:** Seleccionar el sistema nanoestructurado de transducción de señal más adecuado según el tipo de aplicación del biosensor.
- 3:** Evaluar las fortalezas y debilidades en el diseño de un biosensor, y buscar alternativas para mejorar estas debilidades.
- 4:** Poder sintetizar nanopartículas de oro con una gran monodispersidad y con un control muy preciso de su tamaño (entre 2 a 100 nm).
- 5:** Aplicar nanopartículas de oro a la detección de cambios de fuerza iónica de las muestras.

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

La capacidad para poder seleccionar el elemento de reconocimiento biológico y el elemento transductor de señales nanoestructurado más adecuado en el diseño de un nanobiosensor es de **gran relevancia en la formación de un Ingeniero Biomédico**. Esto se debe a que para poder seguir avanzando en la búsqueda de mejores terapias en la lucha contra muchas enfermedades (cáncer, enfermedades neurodegenerativas, etc), es vital el desarrollo de biosensores capaces de poder detectarlas precozmente. A pesar del considerable esfuerzo realizado por la comunidad científica en cuanto al desarrollo de biosensores **aún continúa siendo un gran desafío el desarrollo de** plataformas sensoras a tiempo real, capaces de realizar una valoración múltiple para la detección precoz en el mismo punto de atención (consulta médica, block quirúrgico, etc), y que puedan a su vez ser utilizadas con diversas muestras clínicas (sangre, orina, biopsias, etc).

---

## **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:** Consistirá en varias preguntas de desarrollo. (Tiempo disponible: 2 horas). La puntuación será entre 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final del curso.  
  
Habrá un examen en cada convocatoria.
- 2:** **TRABAJO DE ASIGNATURA:** Se realizará un trabajo monográfico donde el alumno tendrá que realizar una búsqueda bibliográfica en el cual expondrá los avances y tipos de nanobiosensores más importantes publicados en la literatura según tema a asignar. La calificación de esta prueba representa el 35% de la nota final del curso. Tiempo total de dedicación: 20 horas.

**3:**

**EVALUACIÓN DURANTE** el desempeño del módulo de prácticas. Esta calificación representará el 25% de la nota global del curso.

- 4: Los **estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada** serán evaluados mediante las actividades 1 y 2 pero en este caso los porcentajes correspondientes serán 60% y 40% respectivamente.

---

## 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 clara orientación aplicada al ámbito del diagnóstico clínico e *in vivo*. Tras las sesiones teóricas y prácticas, el estudiante trabajará de forma individual y aplicará los conocimientos adquiridos en preparar un trabajo monográfico donde plasme los avances más punteros, publicados en la literatura, en el diseño de nanobiosensores en el ámbito de una aplicación concreta a designar. Tendrá que ser capaz a su vez de detectar las fortalezas y debilidades de los nanobiosensores descritos así como su viabilidad para una aplicación real (fuera del ámbito del laboratorio de investigación) y para su comercialización.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

- 1: Se dictarán una serie de **Seminarios Teóricos** en la siguiente temática:

**Tema 1. Introducción a los biosensores y a los sistemas de medida. Definición de un biosensor.** Componentes de un biosensor. Criterios de clasificación de biosensores en función: del tipo de interacción entre el elemento de reconocimiento y el analito, del método de detección de dicha interacción, de la naturaleza del elemento de reconocimiento, del sistema de transducción. Características de un biosensor: selectividad, sensibilidad, fiabilidad, tiempo de vida útil, tiempo de análisis, etc.

**Tema 2. Tipos de biosensores en función de la interacción entre el elemento de reconocimiento y el analito.** *Biosensores biocatalíticos:* enzimas, células completas, organelos subcelulares, tejidos. *Biosensores de bioafinidad:* anticuerpos, receptores, células completas, lectinas, ácidos nucleicos, polímeros de impresión molecular (PIMs, aptámeros, ácidos nucleicos peptídicos (PNAs).

**Tema 3. Inmovilización del elemento de reconocimiento.** Aspectos generales de la inmovilización en el diseño del biosensor. Modificación de superficies. Distintos métodos de inmovilización: métodos físicos, métodos químicos, electrocopolimerización, etc. Inmovilización orientada versus inmovilización al azar. Impacto de la ingeniería de la proteína.

**Tema 4. Biosensores basados en materiales nanoestructurados. Nanobiosensores ópticos:** Biosensor de resonancia de plasmón superficial (SPR) y nanobiosensor interferométrico. **Nanobiosensores eléctricos:** nanohilos semiconductores, nanodispositivos basados en nanotubos de carbono. **Nanobiosensores mecánicos:** nanobiosensores acústicos y nanobiosensores basados en cantilevers. Mecanismos físicos de funcionamiento. Aplicaciones medioambientales y clínicas. Integración en plataformas microfluídicas o "lab-on-a-chip".

**Tema 5. Biosensores basados en nanopartículas.** Generalidades. Síntesis de nanopartículas magnéticas, de oro y "quantum dots". Resonancia de plasmón superficial en solución y su aplicación en la determinación de toxinas, virus, secuencias de ADN, etc. Aplicaciones en la determinación de multi-analitos y en el diagnóstico por imagen.

**Tema 6. Aspectos de mercado.** Mercado de los nanobiosensores. Nanobiosensores comerciales y principales empresas que los fabrican o comercializan.

- 2:** Se realizará un **Módulo Práctico** con la siguiente temática: **Síntesis de nanopartículas de oro y su aplicación en detección**. Síntesis de nanopartículas de oro de citrato monodispersas y con un gran control de su tamaño (2 a 100 nm). Aplicación de la propiedad de poder cambiar el plasmón superficial de las mismas al incrementar su tamaño en la detección de cambios de fuerza iónica en la muestra.
- 3:** **Trabajo Individual Monográfico** donde el estudiante ha de demostrar su capacidad de asimilación de los conceptos introducidos, para realizar una revisión de los últimos avances publicados en la literatura en el ámbito del desarrollo de nanobiosensores según temática específica a asignar.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Esta asignatura está planificada en el **Tercer Trimestre**, que en el curso 2009-2010 se extiende del 1 de febrero al 19 de marzo de 2010.

**Las sesiones teóricas** tendrán lugar de forma general los martes (18-20h) y los Viernes (19-20h), y se dictarán en el seminario A22 del Edificio Ada Byron en el Campus Río Ebro.

**Las sesiones prácticas** se realizarán en los laboratorios del Instituto de Nanociencia de Aragón (INA) en el Edificio I+D del Campus del Río Ebro, calle Mariano Esquillor S/N (primer módulo izquierdo, segunda planta). El día y horario se convendrá entre todos los participantes sin alterar su participación en otras materias del trimestre.

**Los Trabajos de Asignatura** se podrán presentar hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

**El examen** se realizará el 23 de marzo de 2010 de 16 a 18 horas, en el seminario A.22 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62712 - BBIT-Diseño de prótesis e implantes

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

José Antonio Bea Cascarosa jabea@unizar.es

José Antonio Puértolas Rafales japr@unizar.es

María de los Ángeles Pérez Ansón angeles@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber cursado la asignatura de Biomateriales del trimestre anterior.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

El horario de clases es el siguiente:

- Lunes de 16 a 18 horas
  - Mardes de 18 a 19 horas
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de discernir que diseño de prótesis es el adecuado para una patología determinada.
- 2:** Es capaz de evaluar las ventajas e inconvenientes que pueden tener distintos diseños de una prótesis definiendo las variables que se deberían modificar para contrarrestar unos malos resultados.
- 3:** Es capaz de aplicar la normativa existente en el campo de diseño de prótesis.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende presentar al alumno algunos de los diferentes tipos de fracturas, prótesis e implantes y diferentes ejemplos de aplicación del método de los elementos finitos a algunos de ellos. En este curso se pretende también revisar los distintos factores de diseño que son fundamentales para un correcto funcionamiento del implante destacando los mecánicos y funcionales así como los factores biológicos.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que pertenecen a la Especialidad de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT). Para cursarla no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado aunque puede ser interesante haber cursado la asignatura de Biomateriales que se imparte en el trimestre anterior.

---

## 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:

Se revisarán, en primer lugar, los fundamentos del diseño de prótesis e implantes, repasando de forma general tanto los tipos de implantes como sus requisitos biomecánicos. También se introducirá brevemente la legislación que regula el diseño de prótesis. A continuación se entrará más en detalle en los aspectos anteriores sobretodo en los distintos tipos biomateriales así como en su comportamiento mecánico.

Se presentarán de forma general los distintos tipos de implantes que se definen según el tipo de fractura. Posteriormente se analizarán los factores de diseño tanto mecánicos como biológicos que van a ser determinantes en el funcionamiento del implante. En este apartado se hará especial hincapié en la mecánica de las prótesis así como en la osteointegración y formación del callo de fractura. Una vez estudiados los factores mecánicos y biológicos, los distintos tipos de prótesis indicados para solucionar las fracturas óseas: prótesis de cadera, rodilla, etc. A continuación un tema que desarrollará el resto de implantes en el mercado dentro del campo dental, cardiovascular y otros.

Posteriormente, se presentarán las técnicas más actuales de análisis y evaluación de las prótesis, prestando un especial interés en el modelado por elementos finitos de distintos tipos de implantes (modelos de comportamiento de tejidos vivos, interfaces, modelos probabilistas, etc).

Finalmente se analizará la legislación que regula el diseño de prótesis e implantes a nivel americano (Federal Regulation of Medical Devices-FDA) y europeo (MEDDEV) estudiando los distintos protocolos necesarios para la implantación de un nuevo diseño (ensayos clínicos, biocompatibilidad, etc.)

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

La Ingeniería Biomédica es un área de la Ingeniería altamente multidisciplinar. Trata de dar solución a cualquier problema de Ingeniería que se plantea en el ámbito de la biología y medicina. Por ello un aspecto muy relevante de la formación recaerá en ser capaces de desarrollar capacidades que integren (de forma individual pero fundamentalmente en equipo) los conocimientos y especialidades necesarios para dar respuesta a los problemas que habrá de abordar el alumno en el posterior desarrollo de la profesión. Habrá de conocer tanto las metodologías de la Ingeniería relacionadas con los procesos de diseño, como la terminología médica, conceptos básicos de biología y medicina, peculiaridades del trabajo con tejidos, órganos y seres vivos, en particular el entorno clínico, y las repercusiones sociales y económicas de su actuación.

Esta asignatura pretende dar las bases del diseño de prótesis e implantes, introduciendo al estudiante con los procesos de diseño, factores mecánicos, funcionales y biológicos que han de tenerse en cuenta. Así como la legislación existente y que condiciona también el diseño de prótesis e implantes.

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

- 1:** Evaluar los factores mecánicos y funcionales más importantes que pueden afectar a un paciente al que se le va a colocar una prótesis o implante
- 2:** Evaluar los factores biológicos importantes a la hora de elegir una prótesis o implante para un paciente determinado
- 3:** Discernir entre los distintos biomateriales existentes
- 4:** Diseñar los aspectos más generales de una prótesis para una patología específica
- 5:** Indicar la técnica de análisis o evaluación más indicada para cada patología o paciente

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

La capacidad para diseñar una prótesis o implante son importantes para un Ingeniero Biomédico, ya que se encontrará previsiblemente con problemas o situaciones en las que tendrá que plantear una modificación de un diseño existente que originalmente haya tenido problemas clínicos relacionados con el diseño.

---

## **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 la asignatura** (Tiempo disponible = 1 hora)  
  
Examen tipo test con preguntas cortas. 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**  
  
Se pretende que los alumnos desarrollen un pequeño trabajo investigador que consista en hacer una presentación oral de un tipo de prótesis.  
  
La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final.
  - 3:** **Asistencia a clase**  
  
La asistencia y participación se valorará con un 40% de la nota final.  
  
Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada, así como aquellos presenciales que así lo deseen, serán evaluados mediante las actividades de evaluación 1 y 2. En este caso los porcentajes correspondientes a cada apartado serán: 1º) 50% y 2º) 50%.
-



# 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, el alumno va a recibir unas clases teóricas complementadas por unas clases prácticas.

Tras una visión general, teórica y aplicada de algunos de los diferentes tipos de fracturas, prótesis e implantes y diferentes ejemplos de aplicación del método de los elementos finitos a algunos de ellos. En este curso se pretende también revisar los distintos factores de diseño que son fundamentales para un correcto funcionamiento del implante destacando los mecánicos y funcionales así como los factores biológicos.

Se proporcionará al alumno los apuntes y transparencias de cada una de las lecciones. Además, el alumno también dispondrá de una sala de ordenadores donde realizar las prácticas con los programas empleados. El alumno dispondrá como recursos, las bibliotecas de los diferentes centros y del área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, en la que la bibliografía propuesta se encuentra disponible. Los estudiantes tendrán acceso a las referencias bibliográficas de revistas que recomiende el profesor.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

#### 1: Clases magistrales

Tema 1	<b>Introducción.</b> Revisión y presentación de los aspectos fundamentales del diseño de una prótesis (externas e internas). Tipos de prótesis y requisitos biomecánicos. Introducción a la legislación vigente en el diseño de prótesis e implantes.
Tema 2	<b>Biomateriales e Implantes.</b> Biomateriales (acero, titanio y sus aleaciones, biocerámicos, polímeros, materiales compuestos, cemento), descripción y comportamiento mecánico. Tipos de implantes y prótesis: implantes para fracturas óseas y otros tipos de implantes.
Tema 3	<b>Factores de diseño.</b> Mecánicos y Funcionales: estabilidad a corto y largo plazo, rigidez y resistencia a la fatiga, desgaste. Biológicos: calidad ósea, osteointegración, osteolisis, osteoporosis, formación del callo, etc. Interacción con fluidos.
Tema 4	<b>Diseño de prótesis e implantes 1.</b> Implantes para fracturas óseas. Prótesis de cadera, rodilla, hombro, codo, muñeca, tobillo. Implantes para la columna vertebral. Implantes dentales
Tema 5	<b>Diseño de prótesis e implantes 2.</b> Prótesis cardiovasculares. Implantes para el oído medio. Otros.
Tema 6	<b>Técnicas de análisis y evaluación de los implantes.</b> Evaluación preclínica. Métodos analíticos. Medida de deformaciones. Simuladores. Radiología. RSA. Método de los elementos finitos.
Tema 7	<b>Legislación en el diseño de implantes.</b> Legislación americana y europea. Regulación federal de aparatos médicos-Federal regulation of Medical Devices (FDA). Organización de la FDA. Clasificación de los aparatos. Regulación para los experimentos clínicos.

#### 2: Sesiones prácticas

Habrà una sesión práctica en la que se comparen dos modelos de prótesis de cadera cementadas para ver el efecto que tiene su incorporación en distintos factores como el proceso de remodelación ósea, tensiones, etc. El programa utilizado será ABAQUS, por lo que se aplicará el método de los elementos finitos.

## **Planificación y calendario**

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

El horario establecido de clases es el siguiente:

- Lunes de 16 a 18 horas
- Martes de 18 a 19 horas

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62713 - BBIT-Ingeniería de tejidos y andamiajes

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

José Manuel García Aznar jmgaraz@unizar.es

José Ignacio Peña Torre jipena@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

---

### Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce los mecanismos fundamentales involucrados en el proceso de regeneración de tejidos.
- 2:** Es capaz de entender las diferencias y el potencial de las diferentes técnicas de regeneración de tejidos: implantología, terapia celular e ingeniería de tejidos.
- 3:** Es capaz de identificar y entender los diferentes mecanismos de mecanotransducción celular en diferentes tipologías celulares.
- 4:** Identifica los factores fundamentales para el diseño de un andamiaje en función del tejido biológico que se requiera regenerar.
- 5:** Conoce los diferentes tipos de bioreactores que existen en el mercado en función del tejido biológico que se requiera regenerar.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

La materia consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno, que se desglosarán en 24 h de clases de teoría, 6 horas prácticas y 45 horas de trabajo personal del alumno.

Por lo tanto el curso es teórico-práctico y se desarrolla con una metodología variada y participativa: clases teóricas del profesor, ejercicios individuales y en grupo, prácticas informáticas y presentaciones orales/escritas de trabajos en grupo.

Para que el alumno pueda hacer un seguimiento adecuado de la asignatura es preciso que tenga unos conocimientos mínimos de biología, de mecánica y de ciencia de los materiales.

En primer lugar, se introducirán las diferentes estrategias que existen en ingeniería de tejidos. Para describir luego los procesos de regeneración tisular así como la interacción entre mecánica y biología. Posteriormente se revisarán los conceptos de mecánica de tejidos e interacción célula-matriz, para explicar también los mecanismos de mecanotransducción celular. Después se comenzará con el estudio de los procesos celulares y su interacción con materiales sintéticos y el transporte de masa (nutrientes). A continuación se estudiarán la función y propiedades de que tienen que cumplir los andamiajes en ingeniería de tejidos, mostrando la gran variedad de materiales que pueden ser utilizados, así como comentando los diferentes procesos de fabricación, requisitos mecánicos y geométricos que se deben cumplir para un correcto diseño. También se revisará la posible combinación de otras técnicas como terapia celular y la utilización de otros reguladores, véase genes o factores de crecimiento. Para finalizar con una revisión de los biorreactores más característicos, así como una muestra de diferentes aplicaciones.

---

## 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:

En este curso se pretende introducir los conceptos básicos de ingeniería de tejidos haciendo hincapié en la influencia de los aspectos mecanobiológicos de los andamiajes en el proceso de regeneración que involucra también señales, células y matriz extracelular. Se presentarán las principales estrategias que se utilizan en ingeniería de tejidos, así como los diferentes materiales que se pueden utilizar para la fabricación de estos andamiajes. Especial énfasis se hará en el análisis estructural y el diseño de estos andamiajes. Finalmente se mostrarán aplicaciones de cultivos in-vitro en biorreactores así como experimentación y aplicación real de ingeniería de tejidos en hueso, cartílago y otros tejidos.

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

La Ingeniería de Tejidos es una innovadora e interdisciplinar tecnología de reciente implantación en el ámbito de la Ingeniería Biomédica.

De hecho, la Ingeniería de tejidos pretende diseñar estructuras artificiales que permitan reemplazar órganos o partes de órganos con una funcionalidad adecuada. Los ingenieros biomédicos en colaboración con médicos y biólogos son los principales partícipes de fabricar dichas estructuras.

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

- 1:** Entender el funcionamiento del comportamiento de un biorreactor.
- 2:** Entender el comportamiento y la misión funcional de un andamiaje.
- 3:** Comprender los mecanismos de interacción entre célula y material ante diferentes condiciones.

- 4:** Entender el diferente papel que ejercen las células, los biomateriales, los factores de crecimiento y la mecánica en el proceso de regeneración de los tejidos vivos.

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

La capacidad del alumno para entender el comportamiento de las células en un proceso regenerativo: interpretar señales de origen bioquímico y mecánico, utilización de nuevos materiales como soporte mecánico y químico, diseñar sistemas in-vitro que simulen condiciones in-vivo de los tejidos vivos (bioreactores), entender las ventajas y los inconvenientes de los diferentes sistemas de modelar: in-vivo, in-vitro e in-silico, son relevantes para un Ingeniero Biomédico.

---

## **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 20% de la nota final. Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.

- 2:**  
**Prácticas de asignatura**

Durante el desarrollo de cada una de las lecciones se realizarán prácticas de laboratorio que permitan al alumno fabricar un andamiaje cerámico, caracterizarlo geométricamente y mecánicamente, para luego cultivarlo con células y colocarlo en un bioreactor.

La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final.

- 3:**  
**Trabajo de asignatura**

Se pretende que los alumnos desarrollen un pequeño trabajo investigador que consista en hacer una presentación oral del posible tratamiento mediante ingeniería de tejidos de ciertas patologías en los tejidos biológicos.

La calificación de esta prueba representará el 40% 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 asignatura tiene una orientación claramente aplicada, donde el alumno va a recibir unas clases teóricas, pero en las que el alumno va a tener que realizar un trabajo importante en prácticas. Así como un trabajo eminentemente práctico para entender las posibilidades reales de aplicación de la ingeniería de tejidos en un problema clínico real.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

1:

### Clases magistrales

Lección 1. Introducción a la ingeniería de tejidos

Lección 2. Mecanobiología de la regeneración tisular

Lección 3. Mecánica de tejidos e interacción célula-matriz

Lección 4. Mecanotransducción celular

Lección 5. Los procesos celulares y la interacción con materiales sintéticos

Lección 6. Transporte de masa (nutrientes y metabolitos: vascularización).

Lección 7. Andamiajes para Ingeniería de Tejidos

Lección 8. Modelado computacional del comportamiento mecanobiológico de andamiajes y su interacción con los tejidos.

Lección 9. Utilización de células y otros reguladores en Ingeniería de tejidos

Lección 10. Biorreactores

Lección 11. Aplicación en ingeniería de tejidos: hueso, cartílago y otros.

2:

### Prácticas de asignatura

- Fabricación de un scaffold cerámico (1 h)

- Medida de densidad y porosidad (1 h)

- Estudio microestructural mediante Microscopía electrónica de barrido y análisis químico (1 h)

- Caracterización mecánica (módulo elástico, dureza Vickers, tenacidad de fractura, módulo de rotura) (1 h)

- Cultivo celular y puesta en funcionamiento en bioreactor (2 h)

3:

### Trabajo de asignatura

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62714 - BBIT-Mecánica de medios continuos

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

No están disponibles estos datos.

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Dependiendo de las titulaciones que dan acceso al master, será necesario o no los cursos de fundamentos de procesado de matemáticas y fundamentos de mecánica. Son necesarios conocimientos de mecánica de sólido a nivel básico que, en la mayoría de las titulaciones de ingeniería se cursan en asignaturas del tipo Elasticidad y Resistencia de Materiales.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: Cuando se asignen los horarios en el curso 2010-2011
  - Entrega de trabajos: hasta el día 31 de mayo de 2011 para la primera convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2011 para la segunda convocatoria.
  - Examen: Semana de exámenes entre cuatrimestres de 2011 (1ª conv.) y semana asignada de septiembre de 2011 (2ª conv.).
- 

### Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de conocer las hipótesis, conceptos y formulaciones esenciales de la Mecánica de Medios Continuos, tanto para materiales sólidos como para fluidos y sin ninguna restricción "a priori".
- 2:** Será capaz de tratar en un contexto de grandes deformaciones y desplazamientos las principales medidas de deformación, los distintos tensores tensión y los principios fundamentales de la Mecánica y de la Termodinámica de Medios Continuos.
- 3:** Conocerá los principales modelos de comportamiento de materiales sólidos (hiperelasticidad, viscoelasticidad, plasticidad, daño) y fluidos (ideales y viscosos), así como las restricciones que la independencia del movimiento del observador (objetividad) y la termodinámica imponen a dichos modelos. También se tratan

las principales simetrías que poseen los materiales y cómo afectan al establecimiento de formulaciones de comportamiento (isotropía, isotropía transversal, ortotropía, etc.).

- 4:** Conocerá cuáles son los modelos de comportamiento más habituales para tejidos biológicos y los parámetros más importantes que hay que evaluar.
- 5:** Sabrá formular, tanto en forma fuerte como en forma débil, un problema de Mecánica de Medios Continuos para su posterior solución mediante métodos analíticos o numéricos, con ejemplos en Biomecánica.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura es una de las básicas en Biomecánica. Pretende extender los conceptos básicos de Mecánica de Sólidos, adquiridos en la carrera al caso más general de grandes deformaciones y desplazamientos y a modelos de comportamiento más complicados, como los que aparecen cuando se trata de resolver la Mecánica de tejidos biológicos blandos (ligamentos, cartílago, músculos, ...

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que pertenecen a la Especialidad de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT). Para cursarla, y como es obvio, deben poseerse conocimientos básicos de Mecánica fundamental (estática y dinámica de sólido rígidos) como de Mecánica Básica de Sólidos Deformables. Por ello, si no se han adquirido estos conocimientos en la titulación de acceso al Máster, debe cursarse previamente la asignatura "Fundamentos de Mecánica" (Asignatura de Tecnologías Horizontales (TH), primer bimestre). También se manejan conocimientos básicos de matemáticas (espacios vectoriales, cambios de coordenadas, ..) que, en caso de no haberse cursado deberían hacerse en la asignatura de "Fundamentos de Matemáticas" de este mismo Máster.

Para los alumnos que deen cursar la especialidad en Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos, y tengan interés en el análisis del comportamiento de tejidos biológicos y de Ingeniería de Tejidos, esta asignatura puede complementarse con la de "Métodos de simulación numérica", con la de "Biomecánica de articulaciones", con la de "Modelado del Comportamiento de tejidos biológicos" y, finalmente con la de "Ingeniería de tejidos y andamiajes".

Además, todos los años suelen venir distintos profesores visitantes a este Máster o al de Mecánica Aplicada en el que también se imparte una asignatura similar, que imparten distintas conferencias sobre aspectos básicos o aplicados de la Mecánica de Tejidos Biológicos o de otro tipo de materiales. Ello es parte de los 10 créditos de la asignatura "Seminario interdisciplinar". Se recomienda a todos los alumnos cursar dicho seminario, bien matriculándose en el Seminario interdisciplinar, o bien como asistentes al mismo.

Esta asignatura plantea los fundamentos que luego permiten acceder a la realización de Trabajos Fin de Máster en las líneas relacionadas con Biomecánica y Mecanobiología de tejidos, así como de Ingeniería de tejidos.

---

## 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:

El objetivo global de la asignatura es plantear los conceptos, hipótesis y formulación de la Mecánica de Medios Continuos en teoría de grandes deformaciones y desplazamientos, así como plantear los principales modelos de comportamiento de sólidos y fluidos en este contexto.

Para ello se revisan en primer lugar, los conceptos generales de la mecánica (movimiento, grados de libertad, principios fundamentales, etc.), así como las hipótesis en las que se basa la Mecánica de Medios Continuos. A partir de ahí se profundiza en los tres bloques principales de conceptos y ecuaciones: cinemática del medio continuo, dinámica del medio



continuo y principios de conservación y, finalmente, modelos constitutivos de comportamiento. Se finaliza con las principales formulaciones fuerte y débil de la Mecánica de Medios Continuos como base para su solución posterior mediante elementos finitos.

El objetivo es que el estudiante conozca las metodologías, técnicas, hipótesis y principales conceptos de la Mecánica de Sólidos Deformables y de Fluidos para su posterior particularización a distintos casos de interés en la Ingeniería Biomédica como tejidos duros y blandos, biomateriales e implantes o Ingeniería de Tejidos entre otros.

Es una asignatura básica con poca componente práctica pero esencial para posteriores aplicaciones y resolución numérica. De cualquier forma, se hacen distintos ejercicios de aplicación para clarificar conceptos y relacionarla con elementos ya conocidos como esa particularización a pequeñas deformaciones y desplazamientos.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretende la enseñanza, investigación y aplicación de las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, etc. Una parte importante de la Ingeniería Biomédica se refiere al conocimiento del comportamiento estructural de tejidos y órganos, así como su interacción con implantes y biomateriales. El conocimiento de las distribuciones de deformación y tensión, así como del comportamiento mecánico de tejidos y biomateriales es esencial para ello. Pero la mayoría de tejidos blandos tienen un comportamiento complejo, con grandes deformaciones y tensiones iniciales que implican el uso de técnicas, ecuaciones y conceptos no vistos en los distintos grados de ingeniería.

Esta asignatura por tanto sirve ese cometido de extensión de los conceptos y formulación de la Mecánica de sólidos deformables ya conocidos a un contexto más amplio necesario para su aplicación a casos como los comentados. Es además base para los desarrollos computacionales y técnicas de solución de problemas estructurales complejos como los que aparecen en Biomedicina.

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

- 1:** Conocer los conceptos esenciales de la Mecánica de Sólidos Deformables y Fluidos en grandes deformaciones.
- 2:** Conocer los principios del comportamiento de materiales complejos, como los tejidos biológicos.
- 3:** Aplicar las ecuaciones básicas para la formulación de problemas en Biomecánica y Mecanobiología.

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

El problema del modelado y simulación del comportamiento de tejidos y órganos biológicos tiene mucho que ver con el conocimiento exhaustivo de sus propiedades intrínsecas, pero también con los requisitos que la Física y la Matemática exigen para plantearlo de forma consistente y precisa. Además, para interpretar correctamente dichos comportamientos y los ensayos y resultados derivados es imprescindible conocer los requisitos y conceptos que emanan de la Mecánica de Medios Continuos aplicada a materiales de alta complejidad. Este es el objetivo de esta asignatura, que engarza con otras de mayor aplicación y que la usan como base imprescindible para su enseñanza y desarrollo.

---

## **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 compuesto de dos partes (tiempo disponible: 2 horas):

- 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 40% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.
- Examen de ejercicios o cuestiones. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 20% de la nota final.

Habrán un examen en cada convocatoria.

**2:** Hojas de ejercicios entregables: Se propondrán a lo largo del curso hojas de ejercicios entregables que los estudiantes podrán entregar voluntariamente al profesor durante la semana siguiente. Los ejercicios podrán ser cuestiones cortas, demostraciones, problemas o ejercicios prácticos. La calificación de estos ejercicios representará el 10% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 8 horas.

**3:** Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada, así como aquellos presenciales que así lo deseen, serán evaluados mediante las actividades de evaluación 1 y 2. En este caso, los porcentajes correspondientes a cada apartado serán: 1.a) 40%, 1.b) 30%, y 2) 30%.

La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria

## **Criterios de evaluación**

### **Criterios de evaluación**

## **Documentos de referencia**

### **Documentos de referencia**

---

## **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 básica, aunque se trata de dar ejemplos continuos de aplicación y particularización de las hipótesis y conceptos generales que en ella se plantean. En ocasiones, un mismo ejemplo de aplicación servirá para desarrollar distintas técnicas, con un orden de complejidad y prestaciones crecientes.

El estudiante trabajará también sobre problemas y ejercicios básicos pero con componente de aplicación práctica, intentando que dichas aplicaciones se correspondan con casos reales de Ingeniería Biomédica.

## **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:** El temario a seguir consta de un conjunto de sesiones presenciales en las que se tratan los temas siguientes:

Tema 1. Fundamentos de la Mecánica de Medios Continuos

Tema 2. Fundamentos de álgebra tensorial

Tema 3. Cinemática del Medio Continuo

Tema 4. Principios de conservación

Tema 5. Modelos de comportamiento de materiales

Tema 6. Formulación del problema de MMC

A lo largo del seminario se propondrá a los estudiantes la realización y entrega voluntaria de hojas de ejercicios relacionados directamente con las técnicas presentadas. Estos ejercicios pueden trabajarse en grupo o de forma individual.

## **Planificación y calendario**

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

No sé cual será el calendario del curso que viene.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62715 - BBIT-Modelado del comportamiento de tejidos biológicos

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

**María Begoña Calvo Calzada** bcalvo@unizar.es

**José Manuel García Aznar** jmgaraz@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 fenomenológica, 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 pretende 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 patológicos 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 interactuar 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 mecano-biológico de los tejidos biológicos distinguiendo entre tejidos duros y blandos. Así como se planten 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

**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 cuáles 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 MECANOBIOLOGÍA 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

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62716 - BBIT-Sistemas de liberación de fármacos

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Manuel Arruebo Gordo** arruebom@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre.

---

### Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de elaborar una memoria científicamente válida desarrollando uno de los ejemplos descritos durante el curso sobre Materiales y Dispositivos empleados actualmente en el Suministro Localizado de Fármacos basados en Nanociencia o Nanotecnologías.

El estudiante superando esta asignatura adquiere un conocimiento básico en el campo de las Aplicaciones Biomédicas de la Nanociencia, así como un aprendizaje más específico en el Suministro Localizado de Fármacos. La exigencia en el trabajo solicitado para superar la asignatura es tal que un trabajo meramente divulgativo sin valor científico no es admisible.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El objetivo de esta parte del master es el de ilustrar al alumno sobre las distintas aproximaciones utilizadas actualmente para localizar fármacos allí donde la terapia sea necesaria empleando nanopartículas. Serán revisados los conocimientos básicos en el desarrollo del suministro localizado de fármacos desde sus orígenes hasta la descripción de los fármacos comercializados actualmente basados en nanopartículas. También se instruirá al alumno con conocimientos básicos de la fisiología humana para la mejor comprensión de las distintas vías de administración de fármacos, haciendo hincapié en el

destino de las nanopartículas dentro del organismo una vez administradas. Finalmente, se busca como último objetivo el de exponer al estudiante las distintas connotaciones éticas y sociológicas en el empleo de nanopartículas en el suministro localizado de fármacos aprovechando la coyuntura de la terapia génica que es motivo de controversia.

El curso tendrá una parte exclusivamente dedicada a conocer los equipos instrumentales empleados en Nanociencia aplicada a biomedicina desde equipos de caracterización química de los materiales nanoestructurados hasta equipos empleados en las aplicaciones de los mismos.

---

## 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 materia consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia.

Los objetivos primordiales son formar al alumno en los distintos equipos con los que se pueden encontrar en los laboratorios que trabajen con nanomateriales. Una formación que pese a no ser práctica le servirá para saber qué puede aportar cada instrumento a dicho campo.

Por otro lado, otro objetivo es el de dar nociones básicas sobre el suministro localizado de fármacos, el desarrollo de un fármaco desde el laboratorio hasta el mercado centrándose en aquellas aplicaciones Nanotecnológicas.

Se plantea también como objetivo el de diferenciar aquellas aproximaciones Nanotecnológicas que van aplicadas a la Terapia de aquellas que van aplicadas al diagnóstico.

En primer lugar se describirá la aparición del suministro localizado de fármacos empleando nanopartículas como una nueva técnica terapéutica que minimiza los inconvenientes de las terapias habituales. Los conceptos fundamentales para entender los mecanismos de difusión de los fármacos en el organismo serán revisados. Se detallarán las técnicas de síntesis y caracterización de las nanopartículas empleadas en el suministro localizado de fármacos. Las aplicaciones de las nanopartículas se describirán de acuerdo con las distintas vías fisiológicas por las que se pueden suministrar los fármacos. Se dividirá el programa de la asignatura en dos grandes grupos de nanopartículas, orgánicas e inorgánicas. También se dividirá en dos grandes grupos la manera de aproximar las nanopartículas allí donde la terapia o el diagnóstico sean necesarios, usando mecanismos activos y pasivos. Especial énfasis se hará en la descripción de las nanopartículas magnéticas como instrumentos terapéuticos (en el suministro localizado de fármacos y en hipertermia). El temario interconecta con la materia de Diseño de prótesis e implantes, con Biomateriales, así como con Nanobiosensores, ya que se suministran localizadamente fármacos desde dispositivos implantados directamente en el organismo. Del mismo modo, los Biomateriales buscan en muchas de sus aplicaciones biomédicas la oseointegración, y en consecuencia, el suministro localizado de fármacos es una herramienta a utilizar (i.e., encapsulando factores de crecimiento). Finalmente, las nanopartículas sintetizadas para ser aplicadas en el suministro localizados de fármacos también encuentran muchas otras aplicaciones *in vitro* en el campo de los Biosensores.

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

Las aplicaciones basadas en Nanociencia representan unas de las de mayor auge económico de toda la Industria farmacéutica. Creemos que dentro del campo de la Ingeniería Biomédica el conocimiento de alguna de las aplicaciones Biomédicas de la Nanociencia será de mucha proyección futura.

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

- 1: Trabajar en el mundo de la Ingeniería Biomédica y con formación en Nanociencia y Nanotecnología.

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

El estudiante puede ampliar el abanico de posibilidades que su formación le brinda tras terminar el master al “descubrir” las posibilidades multidisciplinares que la Nanociencia ofrece. Así como poder aplicar su formación a la Industria Farmacéutica.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

**1:**

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

Es capaz de elaborar una memoria científicamente válida desarrollando un artículo científico de revisión sobre alguno de los ejemplos o aplicaciones descritas durante el curso sobre Materiales y Dispositivos empleados actualmente en el Suministro Localizado de Fármacos basados en Nanociencia o Nanotecnologías.

El estudiante superando esta asignatura adquiere un conocimiento básico en el campo de las Aplicaciones Biomédicas de la Nanociencia, así como un aprendizaje más específico en el Suministro Localizado de Fármacos mediante la elaboración de dicho trabajo de revisión. La exigencia en el trabajo solicitado para superar la asignatura es tal que un trabajo meramente divulgativo sin valor científico no es admisible.

El profesor propondrá a cada uno de los alumnos matriculados un tema relacionado con la temática del curso y lo más próximo posible a los intereses del alumno teniendo en cuenta sus tareas profesionales o proyecto de tesis que estuviera desarrollando (si procede).

El trabajo tendrá que tener la estructura de un artículo de divulgación científica de revisión con la siguiente estructura:

1. Título
2. Autor
3. Resumen del trabajo: Sin exceder las 250 palabras deberá ser una descripción concisa del material presentado en el trabajo y sus implicaciones.
4. Introducción: Tendrán que ser 1 ó 2 párrafos, de 250 a 750 palabras cada uno definiéndose e introduciéndose el tópico del trabajo.
5. Revisión del estado del arte: No hay límite en cuanto al número de palabras. Dicho apartado describirá los avances más recientes en el campo sobre el que se está haciendo dicha revisión científica, haciendo hincapié en aquellos avances que hayan supuesto un gran impulso al área, las direcciones a seguir en este campo y las aplicaciones que se prevén para los próximos años.
6. Conclusiones: Resumen de las conclusiones clave que se obtienen de dicha revisión. De 1 a 2 párrafos con un total de 250 a 750 palabras.
7. Bibliografía: Citas bibliográficas que son mencionadas en el texto.

Además del trabajo de revisión el alumno realizará un examen tipo test que constará de 5 preguntas y que englobarán conceptos básicos de las materias tratadas durante el curso. Las preguntas no tratarán sobre temas específicos descritos durante el curso sino sobre conceptos generales de todo el temario de la asignatura.

#### **Criterio de evaluación:**

El trabajo de revisión será evaluado de 0 a 5 dependiendo de cómo el alumno haya descrito el estado del arte actual en el tópico elegido. No se trata de hacer una revisión mencionando todos y cada uno de los avances en el área sino tener una visión general mencionando aquellos que hayan tenido un impacto y mencionando qué líneas de investigación futuras y en qué líneas van a dirigir los esfuerzos de los investigadores en los próximos años.

El examen se evaluará de 0 a 5 en virtud de las respuestas válidas obtenidas.

La nota del examen computará en un 50% de la nota final del alumno. La nota del trabajo de revisión computará con el 50% restante de la nota final.

Tanto los alumnos presenciales como los no presenciales como los que se presenten en segunda convocatoria tienen el mismo proceso de evaluación.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Clases magistrales y trabajo personal del alumno.

La participación en las clases es obligatoria.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

- Revisión de conceptos básicos en el suministro localizado de fármacos.** Historia del suministro localizado de fármacos. Adsorción y desorción de fármacos en materiales micro y mesoporosos nanoestructurados y en matrices poliméricas. Conceptos básicos de las vías de suministro de los fármacos (oral o parenteral). Encapsulación o enlazado covalente de fármacos a nanovectores (i.e., dendrímeros, polímeros dendríticos). Funcionalización de las nanopartículas. Evasión del sistema retículo-endotelial. Síntesis de materiales orgánicos (micelas, liposomas, dendrímeros, etc.) e inorgánicos (basados en sílice, titanía, etc.). Localización del fármaco allí donde la terapia es necesaria empleando suministro activo y pasivo.
- Síntesis y caracterización de nanopartículas empleadas en suministro localizado de fármacos.** Métodos físicos y químicos de síntesis de nanopartículas, Caracterización de nanopartículas empleando scanning transmission microscopy SEM, transmission scanning microscopy TEM, Electron energy-loss spectroscopy (EELS), SAED (selected area electron diffraction), distribución de tamaño de partícula (espectroscopia de correlación fotónica), cálculo del potencial zeta de las nanopartículas en distintos medios biológicos. Biocompatibilidad de las nanopartículas (norma ISO 10993). Caracterización magnética (SQUID) de las nanopartículas magnéticas empleadas en terapia (suministro localizado de fármacos e hipertermia). Difracción de rayos X. Empleo de distintas técnicas químicas para caracterizar la funcionalización de las nanopartículas incluyendo Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier FTIR y Espectroscopia de rayos X XPS.
- Técnicas de aproximación del fármaco a aquellos lugares donde la terapia es necesaria.** Técnicas pasivas utilizando la fisiología natural del organismo. Técnicas activas: suministro localizado de fármacos mediante magnetismo. Suministro localizado de fármacos mediante conjugación con anticuerpos. Enlazado de las nanopartículas a moléculas de interés (péptidos, ADN, ARN, etc.). Mejora de la afinidad hacia la diana buscada mediante ácidos fólico y hyalurónicos. Análisis de los distintos requerimientos toxicológicos y análisis de biocompatibilidad para llegar desde la síntesis de un fármaco basado en nanopartículas hasta su comercialización.
- Aplicaciones de las nanopartículas orgánicas en el suministro localizado de fármacos.** Aplicaciones de los dendrímeros. Aplicaciones de los polímeros dendríticos. Aplicaciones de las micelas. Aplicaciones de los liposomas. Suministro de fármacos dirigidos mediante anticuerpos reconocedores de tumores (i.e., Mylotarg ®). Polímeros fotosensibles. Polímeros termosensibles. Polímeros biodegradables en función del pH. Polímeros sensibles al calor o a la humedad. Polímeros sensibles a ultrasonidos o a los campos magnéticos.

**Aplicaciones de las nanopartículas inorgánicas en el suministro localizado de fármacos.**

Partículas compuestas por materiales micro y mesoporosos nanoestructurados. Microcápsulas y microesferas. Geles de sílice biodegradables. Técnicas químicas de enlazado de materiales inorgánicos sobre superficies médicas (i.e., prótesis, stents).

**Farmacocinética y farmacodinámica.**

Distintas técnicas analíticas e instrumentales (i.e., marcado isotópico) para evaluar la difusión del fármaco conjugado a nanopartículas en el organismo, evaluación de efectos colaterales. Descripción de distintos fármacos empleados en el suministro localizado basado en nanopartículas y su psicología. Inconvenientes de muchos fármacos (hidrofilicidad, hidrobobicidad, solubilidad, etc.)

**Ética y sociedad.**

Implicaciones éticas en el uso de nanopartículas en el suministro localizado de fármacos. Descripción del caso de la terapia génica y su controversia. Influencia de la sociedad en las nuevas terapias basadas en nanopartículas. Toxicidad de las nanopartículas.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

<http://i3a.unizar.es/postgrado/doc/horarios.pdf>

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## **Master en Ingeniería Biomédica 62717 - BBIT-Tecnologías de superficies**

**Guía docente del curso 2013 - 2014**

**Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

No están disponibles estos datos.

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

Se aconseja una formación básica en Ciencia de Materiales. También es conveniente haber cursado antes la asignatura Biomateriales.

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

Las clases teóricas y las prácticas de laboratorio se realizan en el cuarto bimestre. En el curso 2009-2010 dicho período se extiende entre el 29 de Marzo y el 28 de Mayo de 2010.

---

### **Inicio**

---

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

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

- 1:** Comprende la importancia de la superficie de los materiales y biomateriales para su comportamiento.
- 2:** Conoce las principales técnicas de modificación de las superficies mediante tratamientos superficiales y recubrimientos, y es capaz de elegir la más adecuada para una aplicación concreta.
- 3:** Conoce las principales técnicas para caracterizar la composición, estructura, microestructura y propiedades de las superficies, recubrimientos y películas delgadas.
- 4:** Ha profundizado en algunas aplicaciones de las técnicas anteriores en el campo de la Ingeniería Biomédica.

### **Introducción**

## Breve presentación de la asignatura

Dentro del Máster en Ingeniería Biomédica se engloba en el bloque de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT). Su contenido se relaciona especialmente con las Nanotecnologías y los Biomateriales, y es conveniente una formación previa básica en Ciencia de Materiales y en Biomateriales.

La asignatura proporciona una introducción a las principales técnicas de modificación y caracterización superficial, enfocada al área de Ingeniería Biomédica. Consta de cinco bloques: Tecnología de vacío; Técnicas de caracterización de superficies, recubrimientos y películas delgadas; Tratamientos superficiales; Técnicas de deposición de recubrimientos y películas delgadas; y Aplicaciones en Ingeniería Biomédica.

---

## 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 interacción de los materiales y biomateriales con su entorno se realiza a través de su superficie. En esta asignatura se describen algunas técnicas que permiten modificar las superficies de los materiales para tener un control sobre su comportamiento. También se tratan las principales técnicas para caracterizar esas superficies desde el punto de vista de su estructura y microestructura. Por último se profundiza en algunas aplicaciones concretas en el campo de la Ingeniería Biomédica.

El enfoque de la asignatura es marcadamente práctico, con lo cual buena parte de las explicaciones se acompañan de demostraciones y prácticas de laboratorio.

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

Dentro del Máster en Ingeniería Biomédica, se incluye en el módulo sobre Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT). Sus contenidos se relacionan con los campos de la Nanotecnología y los Biomateriales.

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

- 1: Elegir las técnicas más adecuadas para la modificación y la caracterización de las superficies de los materiales y biomateriales en una aplicación concreta.
- 2: Utilizar algunas de esas técnicas en el laboratorio.

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

Las superficies de los biomateriales tienen implicaciones directas en aspectos tan importantes como la biocompatibilidad o la adhesión celular. Por tanto la capacidad para caracterizarlas y modificarlas es indispensable en el control de su comportamiento. Estas técnicas encuentran aplicación, por ejemplo, en tecnología dental, en ingeniería de superficies de titanio, en óptica y oftalmología, en la modificación superficial de biomateriales por láser, en la producción de recubrimientos antidesgaste, etc.

---

## Evaluación

---

## Actividades de evaluación

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

- 1:** Examen escrito con 10 cuestiones.
- 2:** Resolución de un problema experimental concreto.
- 3:** Exposición oral de un trabajo de búsqueda bibliográfica sobre un tema propuesto por el profesor al principio de la asignatura.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

El aprendizaje se plantea como un proceso gradual y complementario entre las explicaciones teóricas de las principales técnicas y las sesiones prácticas. En el laboratorio los alumnos utilizan algunos equipos de investigación descritos previamente, y se enfrentan a la resolución de problemas concretos como la deposición de un recubrimiento, la medida de su espesor y composición, etc.

El tema del trabajo para la exposición final se propone en las primeras clases, cuando los estudiantes han entendido el planteamiento general de la asignatura pero no conocen las técnicas específicas. De este modo encuentran en las lecciones magistrales las respuestas a las dudas que les van surgiendo.

A lo largo de la duración de la asignatura, se relacionan sus contenidos con los de otras materias del Máster cursadas previamente, principalmente Biomateriales y Fundamentos de Materiales.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

- 1:** Lecciones magistrales presenciales sobre los siguientes bloques temáticos:
  - 1.- Tecnología de vacío.
  - 2.- Técnicas de caracterización de superficies, recubrimientos y películas delgadas.
  - 3.- Tratamientos superficiales.
  - 4.- Técnicas de deposición de recubrimientos y películas delgadas.
  - 5.- Aplicaciones en Ingeniería Biomédica.
- 2:** Demostraciones y prácticas de laboratorio sobre algunas técnicas específicas.
- 3:** Búsqueda bibliográfica sobre un aspecto concreto o una aplicación particular de las Tecnologías de Superficie en Ingeniería Biomédica.



## **Planificación y calendario**

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

La asignatura consta de 3 créditos ECTS (75 horas de trabajo del alumno).

Se impartirán 15 horas de clases teóricas (lección magistral).

Tras los seminarios teóricos se realizarán sesiones prácticas de laboratorio para aprender algunas de las técnicas experimentales introducidas.

Por último los alumnos presentarán en una exposición oral en clase ante sus compañeros los trabajos de investigación bibliográfica realizados.

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62718 - BBIT/TICIB-Captura y caracterización del movimiento

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

José Javier Marín Zurdo jjmarin@unizar.es

Juan José Aguilar Martín jaguilar@unizar.es

Ana Cristina Royo Sánchez crisroyo@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia. Si bien, dependiendo de las titulaciones que dan acceso al master, será recomendable o no el curso de fundamentos de mecánica. Para aquellos alumnos que no tengan conocimientos básicos de mecánica será recomendable haber cursado previamente la materia: *Fundamentos de mecánica*

Esta asignatura, además, está relacionada con las siguientes: Biomecánica de las articulaciones y Ergonomía y evaluación de prestaciones. Por lo que se recomienda cursarlas para acumular conocimientos sinérgicos y complementarios.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Habrà un examen en cada convocatoria. Documentos de referencia Criterios de Evaluación

---

#### Actividades y recursos

---

Presentación metodológica general El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente: El objetivo de esta asignatura es introducir al alumno en el campo de la captura y caracterización del movimiento, dirigida al ámbito de la bioingeniería. La asignatura tiene una orientación marcadamente aplicada, de modo que las capacidades de las técnicas de captura del movimiento humano que se analizan se enfocarán en todo momento hacia casos reales concretos que se estudiarán en el laboratorio. Tras una visión general de las distintas técnicas y las sesiones prácticas de laboratorio en las que se utilizarán los equipos disponibles, el estudiante va a trabajar por sí solo un problema práctico, basado en una aplicación real, en la que debe mostrar su capacidad para utilizar los programas adecuados al caso concreto, analizar e interpretar los resultados obtenidos y, en su caso, proponer mejoras a las técnicas o a los análisis propuestos inicialmente. Actividades de aprendizaje programadas El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades... **1.- Clases magistrales sobre "Captura y Caracterización del movimiento".** Presencial (15 horas) y no presencial (25 horas, aprox.). Los diferentes conceptos se ilustran con casos prácticos y se analizan las posibles soluciones. Se abordarán los siguientes temas: **1.- Introducción a la captura de movimiento.** Estado del arte. Conceptos básicos. Tecnologías de hardware y software disponibles. Modelos humanos para caracterización del movimiento. Aplicaciones. **2.- Fundamentos mecánicos.** Cinemática del sólido rígido. Cinemática de mecanismos planos. Dinámica del sólido rígido en movimiento plano. Restricciones. Dinámica tridimensional del sólido rígido. **3.- Sistemas basados en marcadores.** Descripción del hardware y software requerido. Operativa de trabajo. Información

de salida.**4.- Sistemas basados en sensores de movimiento inerciales.** Descripción del hardware y software requerido. Operativa de trabajo. Información de salida.**5.- Otros sistemas de captura.** Sistemas basados en "body model". Otros sistemas y su aplicación en laboratorio y en campo.**6.- Modelo biomecánico y reconstrucción del movimiento.** Calibración. Reconstrucción tridimensional y obtención de trayectorias. Definición del modelo biomecánico. Obtención de desplazamientos, velocidades y aceleraciones lineales y angulares.**7.- Dinámica.** Ecuaciones básicas. Criterio de minimización. Dinámica inversa. Interpretación de resultados.**8.- Software de simulación y animación 3D del movimiento humano.** Figuras humanas. Manipulación interactiva del movimiento aplicando cinemática directa e inversa. Configuración de escena y objetos 3D. Interacción hombre - objetos. Modificación de antropometría. Análisis biomecánico.**9.- Modelos músculo-esqueléticos.** Definición del modelo. Entradas y salidas. Análisis de resultados.**10.- Aplicaciones.** Animación virtual. Biomecánica clínica. Biomecánica deportiva. Ergonomía. A lo largo de las sesiones magistrales se propondrá a los estudiantes la realización y entrega voluntaria de hojas de ejercicios relacionados directamente con las técnicas presentadas.**2: Sesiones prácticas sobre captura del movimiento humano.** Conjunto de sesiones presenciales de laboratorio que han de servir al estudiante de toma de contacto con los equipos disponibles (hardware y software) y con la metodología de trabajo, de forma previa a la realización individual de su Trabajo de Asignatura.**3: Actividad de resolución y análisis de un problema concreto.** No presencial (20 horas, aprox.). Producto final calificado (40 % de la calificación final). Trabajo individual del estudiante en el que ha de mostrar su capacidad de asimilación de los conceptos introducidos en las otras actividades, mediante la resolución y el análisis crítico de un problema concreto. El trabajo resultante ha de entregarse y es evaluado y calificado, representando el 40 % de la nota final de la asignatura. Planificación y calendario Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos Esta asignatura está planificada en el cuarto bimestre del curso. Las sesiones presenciales y prácticas se concretarán en el calendario en cada curso académico (web: <http://titulaciones.unizar.es/ing-biomedica/>) Las sesiones prácticas se realizarán en el laboratorio de captura del movimiento del I3A en el edificio de Institutos de Investigación en el campus Río Ebro. Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria. El examen se realizará en fecha a concretar durante cada curso. Bibliografía La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones: <http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62719 - BBIT/TICIB-Ergonomía y evaluación de prestaciones

Guía docente del curso 2012 - 2013

---

### Información básica

---

#### Profesores

No están disponibles estos datos.

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

No es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Inicio de clases: Martes 13-04-2010

Sesiones teórico-prácticas: 3 h/sesión.

Fechas sesiones: 13, 20, 27 de Abril. 4, 11, 18, 25 de Mayo.

Casos prácticos a realizar:

- Evaluación Ergonómica de un puesto de trabajo.
- Estudio Ergonómico del diseño de un producto en 3D.
- Análisis de la Capacidad Funcional de un sujeto.

Entrega de trabajos antes del: 3-06-2010 (1º Conv.). 16-09-2010 (2º Conv.)

Examen: 3-06-2010 (1º Conv.). 16-09-2010 (2º Conv.)

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce el **objeto de la Ergonomía y sus campos de aplicación** en el entorno laboral y de ingeniería de producto. Es capaz de aplicar la **metodología ergonómica** en dichos entornos.
- 2:** Capaz de **mejorar la productividad de los sistemas** relacionando la calidad de las condiciones de trabajo y la calidad de los productos que se usan y fabrican.

- 3:** Capaz de **identificar los TME** (trastornos musculoesqueléticos) derivados de una actividad laboral. Localización, posibles lesiones y niveles de intervención. Consecuentemente, es capaz de identificar los **factores claves** a considerar a efectos de evaluar **los riesgos ergonómicos** de una actividad, considerando la normativa existente al respecto.
- 4:** Capaz de realizar un **análisis y evaluación ergonómica de un puesto de trabajo** aplicando distintos métodos de evaluación ergonómica. Análisis biomecánico. Carga postural. Carga física. Manipulación de cargas. Movimientos a alta frecuencia.
- 5:** Capaz de utilizar **hardware y software específico aplicado a la ergonomía del trabajo y del producto**. Captura y caracterización del movimiento del trabajador. Simulación 3D con modelos biomecánicos y realizar análisis ergonómico sobre diseños 3D de productos.
- 6:** Capaz de realizar un análisis ergonómicos de **usuarios con necesidades especiales** y aplicar ciertas ayudas técnicas para adaptar el producto o puesto de trabajo a sus limitaciones específicas.
- 7:** Capaz de medir la **capacidad funcional** de un sujeto, al objeto de valorar su grado de discapacidad temporal o permanente, apoyar su rehabilitación o su reinserción en un puesto de trabajo tras una enfermedad o accidente.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La Ergonomía es una metodología multidisciplinar que pretende adecuar los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de los usuarios. En definitiva trata de acomodar el lugar de trabajo al trabajador y el producto al consumidor.

La aplicación de la metodología Ergonómica proporciona beneficios tangibles; por una parte, beneficios sociales por la mejora de la calidad de las condiciones de trabajo, y por otra, beneficios económicos derivados del incremento de la productividad y disminución de costes por errores, accidentes o bajas laborales. Asimismo contribuye positivamente a la competitividad de la empresa, mejorando la usabilidad y la seguridad de los productos que se diseñan y fabrican.

Esta asignatura pretende aproximar al alumno a la **metodología ergonómica** y su aplicación, capacitándole a realizar un **análisis y evaluación ergonómica** tanto en un entorno laboral como de diseño de productos. **La evaluación de prestaciones** o discapacidad será importante a la hora de considerar **usuarios con necesidades especiales (PMR, Personas con Movilidad Reducida)** y adaptar los productos o entornos productivos a las limitaciones de esas poblaciones. Será clave tener presente los **aspectos legislativos y normativos** existentes al respecto que condiciona y a la vez potencia también la acción o intervención ergonómica.

Para ese propósito será necesario proveer de ciertos fundamentos sobre antropometría, biomecánica, trastornos musculoesqueléticos derivados del trabajo, entre otros, así como conocer ciertos métodos de evaluación ergonómica ampliamente utilizados en la actualidad para realizar distintos análisis: biomecánico, carga postural, carga física, movimientos repetitivos o movilización de cargas.

Reseñar que se ha procurado que los conocimientos de los citados métodos se complementen con su aplicación real, haciendo uso de software y hardware específico en cada caso. Para ello se cuenta con sistemas desarrollados en el Instituto I3A (grupo Investigación y Desarrollo en Ergonomía) y utilizados en la actualidad por distintos servicios de prevención de riesgos (MAPFRE, Mutua Universal, Mutualia, entre otros).

La asignatura consta de **3 créditos ECTS** o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que pertenecen a la Especialidad de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT) y que se cursa en el segundo semestre.

Indicar que esta asignatura se complementa a nivel de sistemas para captura del movimiento humano con la asignatura optativa "*Captura y caracterización del movimiento*" y en los aspectos de biomecánica con la asignatura optativa: "*Biomecánica de las articulaciones*", ambas pertenecientes a la Especialidad BBIT.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en la línea de biomecánica y ergonomía.

---

## 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:

El fin último de esta asignatura es capacitar al alumno en aplicar la **metodología ergonómica** tanto en el ámbito laboral y como en el campo del diseño de productos. La **evaluación de prestaciones** nos posibilitará conocer las capacidades del sujeto y compararla con las demandas del producto o entorno productivo. Asimismo se pretende que el alumno sea conocedor de la **normativa** aplicable en este campo, imprescindible en cualquier actuación o intervención ergonómica.

En el **ámbito laboral** se hace necesario capacitarle para aplicar distintos **métodos de análisis y evaluación ergonómica** haciendo uso de software y hardware específico. Por una parte, sistemas para captura del movimiento, software para recreación en 3D del producto o entorno de trabajo y, por otra, aplicaciones informáticas para la simulación con modelos biomecánicos de diferente antropometría o para aplicar distintos métodos de evaluación ergonómica. Todo ello con el fin de detectar y reducir los **riesgos ergonómicos** derivados de carga postural, carga física, levantamiento de cargas, o movimientos repetitivos, entre otros.

En el **campo del diseño** se orienta al diseño y rediseño de productos desde el punto de vista de la adecuación a las necesidades de los usuarios y considerando las diferentes tipologías de usuarios en los aspectos antropométricos y de sus características o limitaciones funcionales. Asimismo mejorar la **usabilidad de los productos** mediante el análisis del interfaz de los mismos.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica tiene el propósito de proporcionar un conjunto de metodologías, técnicas y herramientas para su aplicación en un contexto biomédico, y el cuerpo de conocimiento que las sustentan para que el alumno pueda profundizar en el futuro en aquellas de su interés.

En este contexto, la ergonomía proporciona una metodología capaz de **realizar un análisis integral de los aspectos físicos y emocionales del ser humano** en su interacción con el entorno, sea cual sea dicho entorno, cotidiano, laboral, ocio, deportivo o de otra índole. En consecuencia una actuación ergonómica, que analiza, evalúa y propone la intervención necesaria y realiza su seguimiento; puede llegar a tener una influencia directa en distintos aspectos:

- Reducir significativamente los accidentes y lesiones en el entorno laboral.
- Incrementar la productividad al mejorar la calidad de vida laboral.
- Mejorar la usabilidad de los productos diseñados.

En definitiva, la ergonomía pretende mejorar los productos y entornos productivos con el fin de **procurar la salud** de las personas con acciones "anticipadoras". Se pretende **acciones preventivas** y no correctivas, estas últimas objeto de otras disciplinas que se requieren cuando ya se ha producido la lesión de mayor o menor gravedad.

En consecuencia se considera necesario que un técnico en el área biomédica sea conocedor de **los trastornos musculoesqueléticos derivados de la realización de ciertas tareas**, de cómo analizarlos, evaluarlos y proponer las **acciones correctoras** pertinentes para que el usuario o trabajador no desarrolle en el futuro una determinada patología o enfermedad profesional.

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

- 1:** **Identificar los TME** (trastornos musculoesqueléticos) y los **factores claves** a considerar a efectos de evaluar **los riesgos ergonómicos** de una actividad laboral o de otra índole, y teniendo en cuenta la normativa existente al respecto.
- 2:** Realizar un **análisis y evaluación ergonómica de un puesto de trabajo** aplicando distintos métodos de

evaluación ergonómica.

- 3:** Utilizar **hardware y software específico aplicado a la ergonomía del trabajo y del producto**. Sistemas MoCap y simulación 3D con modelos biomecánicos y su aplicación en ergonomía del producto y del trabajo.
- 4:** Realizar un análisis ergonómicos de **usuarios con necesidades especiales** o PMR (Personas con Movilidad Reducida) y aplicar ciertas ayudas técnicas para adaptar el producto o puesto de trabajo a sus limitaciones específicas. En este punto será competente para medir la **capacidad funcional** de un sujeto, al objeto de valorar su grado de discapacidad temporal o permanente, apoyar su rehabilitación o su reinserción en un puesto de trabajo tras una enfermedad o accidente.

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

Dado que la ergonomía es una disciplina multidisciplinar y transversal los resultados del aprendizaje para el alumno serán de aplicación directa en distintos ámbitos:

- Puestos de Trabajo: Evaluación, diseño, rediseño...
- Productos: Evaluación. Análisis de usabilidad. Diseño. Manuales de uso.
- Discapacidad: Ayudas técnicas. Accesibilidad.
- Evaluación del daño corporal: Rehabilitación.
- Entrenamiento y formación en distintos ámbitos: Laboral, deportivo, médico, militar, ...
- Entretenimiento: Video juegos y su aplicación a formación en buenas prácticas de uso de productos o en actividades cotidianas.

---

## **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 preguntas cortas sobre conceptos básicos de la asignatura.** Durante las sesiones expositivas se puntualizará qué contenidos se considerarán a efectos de este examen. La calificación de esta prueba representará un total del **30%**. Deberá aprobarse y no será compensable con la parte práctica. Habrá un examen cada convocatoria.
- 2:** Entrega y defensa oral de un **informe de evaluación de un puesto de trabajo** aplicando los métodos de evaluación ergonómica que proceda. Tendrá que hacer uso de un hardware y software específico de captura de movimiento y análisis ergonómico. Lugar: Taller de mecánica del CPS. Peso de la nota: **30%**. Tiempo estimado de dedicación: 25 horas.
- 3:** Entrega y defensa oral de un **informe de análisis y evaluación ergonómica de un producto**. Tendrá que hacer uso de un software específico de simulación 3D con modelos biomecánicos. Lugar: Sala informática del Area de Proyectos del CPS. Peso de la nota: **20%**. Tiempo estimado de dedicación: 15 horas.
- 4:** Entrega de un **informe de evaluación de la capacidad funcional** del propio alumno. La captura se realizará en el Laboratorio de Biomecánica del I3A, haciendo uso de un software específico. Peso de la nota: **20%**. Tiempo estimado de dedicación: 15 horas.

# Documentos de referencia

## Documentos de referencia

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Se inicia explicando el objeto de la ergonomía, su aplicación en distintos campos, la metodología ergonómica y su relación con la calidad y productividad en el ámbito laboral.

Se exponen los posibles trastornos musculoesqueléticos derivados de la actividad laboral y su localización: Dorsolumbar, cervical, hombro, codo, mano-muñeca. Posibles actuaciones o intervención ergonómicas para eliminarlos o mitigarlos.

Se introduce al alumno en los fundamentos básicos sobre biomecánica y antropometría, planos anatómicos, modelo esquelético o movimientos articulares. El propósito es permitir abordar el análisis ergonómico basado en simulación 3D con modelos humanos de hombre y mujer de antropometría correspondiente a la población española y europea.

Llegado a este punto estaríamos en condiciones de comprender los fundamentos y uso del hardware y software que se utilizará para el análisis y evaluación ergonómica en el ámbito laboral y del diseño de productos. En concreto, Sistema MoCap basado en sensores inerciales de movimiento, software de animación y simulación de personajes humanos, recreación del entorno, software de aplicación de distintos métodos de evaluación de riesgos ergonómicos y otras aplicaciones complementarias.

Ahora el alumno estará en condiciones de realizar un análisis biomecánico de un sujeto realizando una actividad productiva. Análisis de ángulos, velocidades y aceleraciones lineales o angulares. Análisis de la carga postural por medio del método REBA, estudio de manipulación de cargas por medio de la ecuación NIOSH y/o evaluación de movimientos repetitivos, monotarea o multitarea, aplicado a una actividad concreta.

Se hará uso de un software específico para el análisis de la carga o fatiga física en función del registro de la frecuencia cardíaca y de la estimación del consumo energético o del consumo de oxígeno.

Una vez conocido los aspectos relacionados con personas de movilidad reducida, adaptación de productos o puestos de trabajo, se abordará el aspecto de evaluación de prestaciones. En este punto el alumno tendrá la oportunidad de evaluar su propia capacidad funcional de movimiento articular y compararla con la normalidad a efectos de compararla con las demandas o exigencias de una determinada actividad.

Se concluirá con la introducción de modelos musculoesqueléticos avanzados y su aplicación en este campo.

La entrega y defensa oral de los informes realizados por el alumno completará el aprendizaje de los temas abordados. La prueba escrita facilitará fijar los conceptos o fundamentos básicos.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:** Los diferentes conceptos se abordarán con casos prácticos y el uso de software y hardware específico, en orden creciente de complejidad. En concreto se abordarán los siguientes temas:

**Objeto de la Ergonomía.** Ergonomía del trabajo y del producto. Campos de aplicación. Metodología ergonómica.

**Ergonomía, productividad y calidad.**

**Trastornos Musculoesqueléticos (TME)** de la actividad laboral. Introducción Conceptual. Movimientos y Posturas. Sistema Musculoesquelético. Localización de TME. Intervención ergonómica.



**Biomecánica básica y Antropometría.** Planos anatómicos. Modelo esquelético. Movimientos articulares 2D y 3D. Modelos biomecánicos de diferentes percentiles de hombre y mujer de la población española y europea.

**Análisis y evaluación ergonómica basada en simulación 3D y modelos biomecánicos.** Reproducir el entorno y el movimiento. Aplicación de sistemas MoCap para análisis ergonómico.

**Análisis ergonómico de productos** sobre diseño 3D. Análisis del campo visual.

**Análisis biomecánico.** Sistemas de referencias de los segmentos corporales. Angulos, desplazamientos, velocidades y aceleraciones lineales y angulares. Fuerzas externas. Uso de software específico.

**Análisis de la carga postural.** Método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Niveles de riesgo e intervención. Uso de software específico.

**Manipulación de cargas.** Ecuación NIOSH. Monotarea y multitarea. Uso de software específico.

**Evaluación de movimientos repetitivos** a alta frecuencia de los miembros superiores. UNE-ENE-1005-52007. Monotarea y multitarea.

**Evaluación de carga física.** Frecuencia cardiaca. Consumo energético. Consumo de oxígeno EPOC. Consumo metabólico.

**Evaluación de prestaciones.** Ergonomía y discapacidad. Minusvalía. Rehabilitación. Ayudas técnicas y adaptación de puestos de trabajo. Valoración de la capacidad funcional.

**Modelos musculoesqueléticos avanzados.**

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Inicio de clases: Martes 13-04-2010

Sesiones teórico-prácticas: 3 h/sesión.

Fechas sesiones: 13, 20, 27 de Abril. 4, 11, 18, 25 de Mayo.

Casos prácticos a realizar:

- Evaluación Ergonómica de un puesto de trabajo, a partir de una toma de datos del puesto y captura del movimiento del trabajador. Lugar: taller de mecánica del CPS. Acción: realizar los informes de evaluación correspondientes.

- Estudio Ergonómico del diseño de un producto en 3D. Lugar: Sala Informática del Area de Proyectos. Acción: presentar conclusiones sobre diseño 3D del producto para usuarios con distintos percentiles.

- Análisis de la Capacidad Funcional de movimiento articular del propio alumno. Lugar: Laboratorio de Biomecánica del I3A. Acción: Informe y conclusiones de los límites articulares del sujeto comparado con la normalidad. Entrega de informes antes del: 3-06-2010 (1º Conv.). 16-09-2010 (2º Conv.)

Examen de preguntas cortas: 3-06-2010 (1º Conv.). 16-09-2010 (2º Conv.). Lugar: Area de Proyectos. CPS Ingenieros.

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62720 - TH-Bioestadística

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

### Información básica

---

#### Profesores

**María Dolores Berrade Ursua** berrade@unizar.es

**Clemente Antonio Campos Sáez** ccampos@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El único requisito para cursar esta asignatura es tener conocimientos previos de Probabilidad y Estadística al nivel de una titulación de grado.

La bibliografía recomendada es la siguiente.

DANIEL, W.W.: Biostatistics: a foundation for analysis in the health sciences. 5<sup>th</sup> ed. Wiley, 1991.

DRAPER, N. y SMITH, H.: Applied regression analysis. 3<sup>rd</sup> ed. Wiley, 1998.

OLKIN, I., GLEESER, L.J. y DERMAN, C.: Probability models and applications. 2<sup>nd</sup> ed. Macmillan, 1994.

PEÑA, D.: Regresión y diseño de experimentos. Alianza Editorial, 2002.

MONTGOMERY, D.C. Design and Analysis of Experiments, 6th Edition. Wiley 2005.

CANAVOS, G.C. y KOUTROUVELIS, I.A. An Introduction to the Design and Analysis of Experiments. Pearson Prentice Hall 2009.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Desde su comienzo, la asignatura se impartirá en aula informática con el propósito de los estudiantes entren en contacto con la forma habitual del tratamiento estadístico de datos y el aprendizaje del software específico para ello: Minitab.

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

**1:**

Es capaz de interpretar datos tanto observacionales como provenientes de experimentos, extraer la información que contienen y tomar decisiones en presencia de incertidumbre y variabilidad.

- 2:** Conoce los procedimientos para diseñar experimentos a fin de analizar los efectos que producen cambios controlados en las variables que potencialmente afectan a otra magnitud de interés. Es capaz de planificar bajo restricciones de índole económica y/o temporal.
- 3:** Es capaz de determinar relaciones entre variables a partir de estudios observacionales. Conoce los procedimientos de construcción y validación de modelos empíricos que explican dichas relaciones.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El curso consta de 3 créditos ECTS correspondientes a 75 horas de trabajo para el estudiante 23 de las cuales son de clase (15 horas de teoría, 6 de problemas y 2 de laboratorio). No existen requerimientos adicionales a los conocimientos proporcionados por la asignatura básica de Estadística impartida en los estudios de grado.

En relación a los contenidos, la asignatura se inicia mostrando el modo en que los modelos empíricos surgen en la ingeniería biomédica. Los estudiantes aprenden a analizar la relación entre variables, construir modelos que las describan así como el uso de las herramientas estadísticas que permiten su validación junto los procedimientos de inferencia asociados. Otra parte de la asignatura se enfoca hacia las técnicas de diseño de experimentos. En ellas se enseñan distintas estrategias de experimentación que permiten estudiar relaciones de causalidad entre magnitudes. El aprendizaje de los procedimientos que permiten minimizar los experimentos a realizar con la mínima pérdida de información constituye un aspecto crucial del programa de la asignatura. La correcta interpretación de los resultados y su adecuada transformación en información relevante a partir de la cual se deriven mejoras en procesos, procedimientos o productos es asimismo una parte fundamental del programa.

---

## 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 proporciona conocimientos de dos técnicas estadísticas imprescindibles: la regresión y el diseño de experimentos. La primera permite construir modelos que expliquen las relaciones entre variables de interés en estudios observacionales. La estadística permite cuantificar la incertidumbre presente en los datos y mediante las técnicas de regresión se podrán hacer predicciones de valores venideros así como proporcionar cotas del error para tales predicciones.

La segunda proporciona los conocimientos que capacitan para el diseño y la planificación de experimentos de modo que con la mínima experimentación se obtenga la mayor cantidad de información relativa al problema bajo estudio. Es importante destacar la conexión entre el experimento y el modelo que el experimentador puede desarrollar a partir de los resultados de un experimento. Los experimentos estadísticamente diseñados ofrecen al ingeniero las bases para desarrollar un modelo empírico del sistema que está investigando. Asimismo es reseñable la importancia de su conocimiento en la práctica de la ingeniería en el desarrollo de procesos y diseño de productos especialmente en el diseño robusto, esto es, productos que resulten mínimamente afectados por los factores de ruido que interferirán durante su vida útil.

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

Durante el ejercicio de su profesión, el ingeniero va requerir los conocimientos que proporciona esta asignatura bien por la necesidad de realizar predicciones relativas al comportamiento de una determinada magnitud en situaciones de incertidumbre. Esa predicción de una variable aleatoria se realiza a través de su relación con otras que no lo son o que el ingeniero conoce y controla. Para ello es preciso que conozca las técnicas de regresión que permiten establecer relaciones entre una variable respuesta y un conjunto de variables explicativas.

La realización de experimentos es una práctica inherente a la actividad de un ingeniero que diseña nuevos productos o

quiere mejorar otros existentes. El diseño estadístico de experimentos capacita para hacerlos de manera óptima y proporciona las habilidades necesarias en la construcción de modelos empíricos a partir de los resultados experimentales.

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

- 1:** Encontrar relaciones entre variables de interés.
- 2:** Realizar predicciones sobre el comportamiento futuro de determinadas variables, proporcionando cotas del error.
- 3:** Planificar la ejecución de experimentos de manera óptima.
- 4:** Establecer relaciones empíricas que cuantifiquen el efecto que se produce en una magnitud cuando se llevan a cabo cambios controlados en otras variables relacionadas con ella.

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

El tratamiento de datos es una constante en la actividad de un ingeniero. Los procedimientos estadísticos son el único procedimiento que permite de una parte obtener la información relevante en ellos y de otra cómo han de ser tomados para que pueda ser extraída de ellos información relevante.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Realización de las actividades encomendadas en clase:  
  
A lo largo del curso se propondrá la realización voluntaria de ejercicios (cuestiones o problemas cortos) relativos a los distintos temas de la asignatura que se entregarán al profesor en los plazos indicados.
- 2:** Participación y seguimiento de las clases:  
  
Se valorará el seguimiento de las clases con un control de asistencia
- 3:** Desarrollo de un trabajo práctico:  
  
El estudiante deberá realizar un trabajo práctico en el que ponga de manifiesto tanto su conocimiento de las técnicas presentadas en la asignatura como su capacidad en el análisis de datos y su manejo de software estadístico.
- 4:** Realización de examen final de la asignatura consistente en la resolución de problemas propuestos mediante software estadístico.
- 5:** Los apartados 1 y 2 supondrán el 20% de la asignatura. Los apartados 3 y 4, el 40% cada uno de ellos.  
  
La asignatura se supera con una nota igual o superior a 5 siendo preciso obtener un mínimo de 5 en cada uno de los apartados 3 y 4.

---

## 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 eminentemente práctica. Está basada en el estudio de casos prácticos y situaciones reales presentadas en laboratorio informático. Se pondrá un mayor énfasis en la construcción y validación de modelos.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:**

La asignatura se impartirá en forma de seminarios de carácter práctico en los que se abordarán diferentes métodos estadísticos en el tratamiento de datos de origen biomédico.

Se resolverán problemas relativos a contrastes de hipótesis paramétricos y no paramétricos. Algunas prácticas se dedicarán al ajuste de modelos a datos de naturaleza biomédica así como a la construcción de modelos de relación y asociación entre varias variables. Se realizarán ejercicios sobre las diferentes pruebas de validación basadas en los residuos.

El aprendizaje de los modelos más habituales en el diseño de experimentos está basada en problemas y casos prácticos que capacitarán para su aplicación práctica. Se realizarán ejercicios cuyo objeto es realizar un entrenamiento en la interpretación de resultados.

Se dedicarán algunas sesiones prácticas con ordenador tratamiento de datos de supervivencia así como a la simulación en entornos estocásticos.

**2:**

Breve relación de contenidos de la asignatura:

- 1.- Contrastes de hipótesis
- 2.- Ajustes de modelos de mínimos cuadrados
- 3.- Ajustes de modelos de regresión con varias variables
- 4.- Análisis estadístico de datos de supervivencia
- 5.- Modelos de experimentos con un único factor
- 6.- Modelos de experimentos factoriales
- 7.- Diseños  $2^k$
- 8.- Diseños factoriales fraccionados

**3:**

Se realizarán sesiones prácticas de ordenador con el programa estadístico MINITAB, complementado con el módulo estadístico del programa MATLAB

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La asignatura se imparte en el segundo bimestre que en el curso 2009-2010 abarca desde el 16 de noviembre de 2009 al 22 de enero de 2010. Las actividades se realizan en sesiones de laboratorio informático en horario de martes de 19 a 20 horas

y viernes de 16 a 18 horas.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62721 - TH-Comunicaciones, redes y tratamiento de la información

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

### Información básica

---

#### Profesores

**José García Moros** jogarmo@unizar.es

**Ignacio Martínez Ruíz** imr@unizar.es

**Alvaro Alesanco Iglesias** alesanco@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia. Además, y aunque se trata de una asignatura autocontenida, sus fundamentos se complementan con el resto de materias relacionadas en el bloque de "Informática, Comunicaciones y Telemedicina": Sistemas de Información médica y Sistemas de Telemedicina. En cualquier caso, para aquellos alumnos cuyo grado de origen no sea ingeniería, se recomienda cursar la materia 62721 "Fundamentos de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones".

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 16/11/2009
  - Entrega de trabajos: hasta el día 29 de enero de 2010 para la 1ª convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2010 para la 2ª convocatoria.
  - Examen: 28 de enero de 2010 a las 16:00 (1ª convocatoria) y 2 de septiembre de 2010 (2ª convocatoria).
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de tener una visión global de los diferentes elementos que componen un sistema completo de telemedicina: la naturaleza de la información biomédica, las redes de comunicaciones por las que dicha

información se envía, y los métodos más adecuados para su tratamiento, transmisión y almacenamiento.

- 2:** Es capaz de manejar las normas y estándares que actualmente regulan la implementación práctica de un sistema de telemedicina, principalmente en el ámbito de interoperabilidad de dispositivos médicos, de intercambio de Historia Clínica Electrónica, de imágenes médicas y de señales electrocardiográficas.
- 3:** Es capaz de aplicar los métodos y técnicas de codificación, almacenamiento y transmisión de señales biomédicas.
- 4:** Es capaz de identificar las tecnologías de red más apropiadas para servicios de e-Salud, incluyendo tecnologías de red de acceso, de red de transporte y tecnologías *middleware* de soporte a la comunicación.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El objetivo de la asignatura consiste en tener una **visión global de las comunicaciones, redes y sistemas de información** que intervienen en el diseño e implementación de un sistema completo de telemedicina, así como profundizar en sus **implicaciones normativas y tecnológicas**.

En cuanto a los aspectos teóricos, la materia comienza con una introducción a la problemática de los sistemas de telecomunicación en el ámbito de la e-Salud. Esto permite al alumno detectar las necesidades de formación tecnológica en el contexto de la codificación, estandarización y transmisión de la información para optimizar el uso de las redes de comunicaciones que dan soporte a los servicios de telemedicina. En el núcleo central de la materia se presentan de forma exhaustiva los principales estándares relacionados con las comunicaciones en e-Salud y la información biomédica, los métodos y algoritmos más representativos para codificación, compresión y transmisión de señales biomédicas, así como todas las tecnologías relevantes de red y de soporte *middleware* a la comunicación aplicadas a servicios de e-Salud.

En cuanto a los aspectos prácticos, durante el desarrollo de la materia se presentan todos los métodos desde una perspectiva de su aplicación en los servicios de telemedicina incluyendo la descripción de sistemas reales de e-Salud que incorporan los estándares, algoritmos y tecnologías estudiadas. Además, todos los años se invita a un profesor visitante que imparte un seminario sobre temas relacionados con la asignatura, y que permite superar los créditos de la asignatura "Seminario interdisciplinar". Se recomienda a todos los alumnos cursar dicho seminario, bien matriculándose en la asignatura, o bien como asistentes al mismo.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en las líneas de telemedicina y e-Salud.

---

## 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 y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

Se revisan, en primer lugar, los **sistemas de telecomunicación** aplicados a servicios de e-Salud, como base fundamental para comprender la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones a la ingeniería biomédica. Se presenta los conceptos básicos de la problemática de las comunicaciones, las redes y el tratamiento de la información intercambiada en los sistemas de telemedicina, así como los parámetros técnicos y requisitos tecnológicos que conllevan.

Posteriormente se detallan los **estándares más relevantes** que actualmente regulan la implementación práctica de un sistema de telemedicina: ISO/IEEE 11073 para interoperabilidad de dispositivos médicos, EN13606 para almacenamiento e intercambio de Historia Clínica Electrónica, DICOM para imágenes médicas y SCP-ECG para señales electrocardiográficas.



A continuación, se describen los principales **métodos y algoritmos de codificación y transmisión de señales biomédicas**, especializándose en la señal electrocardiográfica (ECG) y la señal de imagen y vídeo (JPEG, MPEG, XviD, DivX, etc.). Se plantea cómo aplicar las técnicas de transmisión *store-and-forward* y *real-time* para que el estudiante sepa diferenciar ambos escenarios de aplicación y sus peculiaridades específicas. Se presta especial atención a la degradación que sufren las señales durante el proceso de compresión, dado que para que dichas señales ocupen el menor ancho de banda posible a la hora de ser transmitidas, se utiliza compresión con pérdidas. Por lo tanto, se introduce un método de validación clínica para las señales de forma que consigamos la mayor compresión posible pero sin comprometer en ningún momento el contenido diagnóstico de las mismas.

Finalmente, se analizan las particularidades y requerimientos técnicos específicos en el contexto de los servicios de e-Salud de las **principales tecnologías de red** de acceso fijo (telefónica básica PSTN, digital xDSL/ISDN, fibra/coaxial HFC, fibra óptica FFTx), acceso inalámbrico (satélite, radio fija LMDS, WiFi, WiMax, radio móvil GSM, GPRS, UMTS), transporte (Ethernet, Frame Relay FR, ATM, Internet IP) y soporte *middleware* a la comunicación (CORBA, XML/WebServices SOAP).

Así, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante conozca en detalle la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en sistemas de ingeniería biomédica y sea capaz de emplearlas en el **diseño, desarrollo e implementación de soluciones de e-Salud** transferibles al sistema sanitario.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La ingeniería biomédica es un área de la ingeniería altamente multidisciplinar. Trata de dar solución a problemas de ingeniería que se plantean en el ámbito de la biología y medicina. Una parte importante de la ingeniería biomédica trata de explotar al máximo la utilización de las **Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones** como solución a la problemática planteada por las redes de acceso y de transporte, las tecnologías de soporte a la comunicación, los métodos más eficientes de codificación, compresión y transmisión de la información, así como las normas y estándares que favorecen la interoperabilidad entre servicios y sistemas.

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

- 1: Identificar la problemática concreta de cada uno de los elementos que componen un sistema completo de telemedicina: la naturaleza de la información biomédica, las redes de comunicaciones por las que dicha información se envía, y los métodos más adecuados para su tratamiento, transmisión y almacenamiento
- 2: Conocer y manejar las normas y estándares relacionados con la ingeniería biomédica en el ámbito de interoperabilidad de dispositivos médicos, de intercambio de Historia Clínica Electrónica, de imágenes médicas y de señales electrocardiográficas
- 3: Aplicar los métodos y técnicas más relevantes de codificación, almacenamiento y transmisión de señales biomédicas
- 4: Identificar las tecnologías de red más apropiadas para servicios de e-Salud, incluyendo tecnologías de red de acceso, de red de transporte y tecnologías *middleware* de soporte a la comunicación

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

Las capacidades y competencias desarrolladas en la asignatura son relevantes para un ingeniero biomédico, dado el gran auge que las **Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones** y sus avances en las redes de comunicación y el tratamiento específico de la información biomédica tienen en el **diseño, desarrollo e implementación de soluciones de e-Salud** transferibles al sistema sanitario.

---

## 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: 2 horas): Examen teórico-práctico. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Habrá un examen en cada convocatoria
- 2:** **Trabajo de asignatura.** Se realizará un trabajo consistente en el estudio de nuevas propuestas y contribuciones a los estándares y algoritmos estudiados en la asignatura, para seguir los vertiginosos avances en este ámbito de normalización y codificación, que será expuesto durante una de las sesiones presenciales de la asignatura para poder ser valorado y discutido. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas
- 3:** La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria

## Documentos de Referencia

Documentos de Referencia

## Criterios de Evaluación

Criterios de Evaluación

---

## 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 marcadamente teórico-práctica, de modo que los fundamentos y metodologías descritas se presenten en todo momento detallando su aplicación en sistemas y servicios reales. Tras una visión general, aplicada y práctica de los distintos aspectos de la asignatura, el estudiante ha de trabajar por sí solo la aplicación práctica de la teoría, relacionándola con servicios de telemedicina y e-Salud, en los que debe mostrar su capacidad para plantear propuestas innovadoras de diseño, desarrollo e implementación. Para todo ello es fundamental también seguir la metodología científica planteada en la asignatura así como manejar con soltura la bibliografía recomendada.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

- 1:** **Seminario de la asignatura.** Presencial (21 horas) y no presencial (32 horas, aprox.). Las clases magistrales participativas estarán apoyadas en diapositivas, previamente a disposición de los alumnos. También se dispondrá de una serie de artículos relacionados con la materia de aquellos temas que se consideren necesarios. Se abordarán los siguientes temas:
  - BLOQUE I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN EN e-SALUD (1h teórica + 1h práctica).
  1. Introducción a los sistemas de telecomunicación aplicados a servicios de e-Salud. Interoperabilidad y

estandarización en e-Salud. Codificación y transmisión de señales biomédicas. Tecnologías de red aplicadas a servicios de e-Salud

• BLOQUE II. INTEROPERABILIDAD Y ESTÁNDARIZACIÓN EN e-SALUD (8h teóricas + 4h prácticas).

2. El estándar ISO/IEEE 11073 (X73) para interoperabilidad de dispositivos médicos. ¿Qué es X73? Descripción de X73 y su evolución a dispositivos llevables (X73-PHD). Modelo de comunicaciones. Ejemplos prácticos

3. El estándar EN13606 para almacenamiento/intercambio de Historia Clínica Electrónica. ¿Qué es la HCE? ¿Qué es EN13606? Descripción de EN13606 y comparativa con la norma americana HL7. Modelo de Referencia. Ejemplos prácticos. Seminario Técnico HCE/EN13606.

4. El estándar DICOM para imagen médica. ¿Qué es DICOM? Descripción de DICOM. Ejemplos prácticos

5. El estándar SCP-ECG para electrocardiografía. ¿Qué es SCP? Descripción de SCP-ECG. Ejemplos prácticos

• BLOQUE III. CODIFICACIÓN Y TRANSMISIÓN DE SEÑALES BIOMÉDICAS (3h teóricas + 1h práctica).

6. Señal electrocardiográfica (ECG). Fundamentos de codificación de señal ECG y métodos más utilizados. Fundamentos de compresión de señal ECG y métodos más utilizados. Fundamentos de transmisión *store-and-forward* y *real-time* de señal ECG.

7. Señal de imagen y vídeo (JPEG, MPEG, XviD, DivX, etc.). Fundamentos de codificación/compresión de imágenes y métodos más utilizados. Fundamentos de codificación/compresión de vídeo y métodos más utilizados. Fundamentos de transmisión *store-and-forward* y *real-time* de imagen médica

• BLOQUE IV. TECNOLOGÍAS DE RED APLICADAS A SERVICIOS DE E-SALUD (3h teóricas + 2h prácticas).

8. Tecnologías de redes de acceso y transporte. Acceso fijo: telefónica básica (PSTN), digital (xDSL/ISDN), fibra/coaxial (HFC), fibra óptica (FFTx). Acceso inalámbrico: satélite, radio fija (LMDS, WiFi, WiMax), radio móvil (GSM, GPRS, UMTS). Tecnologías de red de transporte: Ethernet, Frame Relay (FR), ATM, Internet (IP)

9. Tecnologías middleware de soporte a la comunicación. Primeros desarrollos interoperables: CORBA. Evolución actual: XML/Webservices SOAP. Integración extremo a extremos: IHE

SEMINARIO TÉCNICO. Interoperabilidad y estandarización del Historial Clínico Electrónico, conforme al estándar europeo EN13606, y de dispositivos médicos personales, conforme al estándar europeo ISO/IEEE11073

**2:** **Trabajo de asignatura.** Presencial (2 horas) y no presencial (20 horas, aprox.). Se realizará un trabajo consistente en el estudio de nuevas propuestas y contribuciones a los estándares y algoritmos estudiados en la asignatura, para seguir los vertiginosos avances en este ámbito de normalización y codificación, que será expuesto durante una de las sesiones presenciales de la asignatura para poder ser valorado y discutido

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Esta asignatura está planificada en el segundo cuatrimestre y consta de **sesiones presenciales** y **trabajos de asignatura**. El **examen** se realizará de acuerdo con el calendario previsto por el centro.

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62722 - TH-Fundamentos de tratamiento de señal

Guía docente del curso 2012 - 2013

---

### Información básica

---

#### Profesores

No están disponibles estos datos.

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

No es requisito imprescindible haber cursado asignaturas previas ni en los distintos grados que dan acceso al máster ni en el primer bimestre del plan de estudios de este máster.

Se recomienda cursar esta asignatura a todos aquellos alumnos que no posean conocimientos de procesado de señal. Esta asignatura sirve de base para otras asignaturas incluidas en el máster, en particular la asignatura 'Tratamiento y análisis de señales biológicas'.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 15 de Noviembre de 2010
  - Fin de las clases: 21 de Enero de 2011
  - Entrega de proyectos: hasta el 25 de Enero de 2011 en Primera Convocatoria y hasta el 13 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria.
  - Examen: 25 de Enero de 2011 en Primera Convocatoria y 13 de Septiembre de 2011 en 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 manipular señales de tiempo discreto en diferentes dominios: temporal, frecuencial, transformado z.
- 2:** Es capaz de diseñar sistemas de tiempo discreto en cualquiera de los tres dominios de representación y aplicarlos para procesar señales de interés, en particular señales biomédicas.
- 3:** Es capaz de relacionar señales de tiempo continuo y tiempo discreto y conocer su aplicación en el entorno biomédico.

**4:**

Los alumnos no presenciales tienen acceso a los documentos descritos en el apartado "Documentos de referencia". Además, deben ponerse en contacto con el profesor para que éste les facilite el guión individualizado del proyecto que deben realizar, que entregarán en la fecha del examen final. Asimismo realizarán una prueba alternativa en la misma fecha del examen final que abarcará los contenidos evaluados tanto a través de las hojas de ejercicios como de las prácticas de laboratorio.

Los alumnos que se presenten en segunda convocatoria deben realizar todas aquellas actividades de evaluación que no hubiesen superado en la primera convocatoria.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

Esta asignatura pretende proporcionar al estudiante los principios básicos y las herramientas de análisis de señales y sistemas de tiempo discreto. Pretende asimismo preparar al estudiante para que éste pueda aplicar los conceptos teóricos adquiridos al tratamiento digital de señales. Se le familiarizará con los distintos dominios de representación de las señales y, en particular, de las señales biomédicas. Se le enseñará cómo extraer información considerando el dominio que resulte más adecuado para el problema que se le plantee.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del estudiante. Es una asignatura optativa perteneciente al módulo de Tecnologías Horizontales (TH). La asignatura se imparte en el segundo bimestre y para su realización el estudiante no requiere haber cursado ninguna de las materias contenidas en los módulos de Fundamentos Biomédicos (FB) y Fundamentos Técnicos (FT). Los conocimientos adquiridos en esta asignatura se consideran básicos para aquellos estudiantes que, no contando con conocimientos previos de procesado de señal, deseen cursar materias optativas del tercer y cuarto bimestre, tales como 'Tratamiento y análisis de señales biológicas'.

## **Criterios de evaluación**

### **La consecución de los resultados de aprendizaje por parte del estudiante se valorará conforme a los siguientes criterios ...**

1 Examen final. En las cuestiones teóricas se valora fundamentalmente la corrección en las respuestas. En los ejercicios de aplicación se valora tanto el adecuado planteamiento como el posterior desarrollo de los mismos. La superación de dicho examen se consigue alcanzando una puntuación igual o superior a la mitad de la puntuación máxima otorgada al examen. La calificación del examen final, que realizarán todos los alumnos, representa el 50% de la calificación final de la asignatura.

2 Proyecto de trabajo. En el proyecto se valora la implicación del alumno en el mismo, la adecuada búsqueda y selección de la información, la aplicación de las técnicas adecuadas para la resolución de cada cuestión y la interpretación y correcta expresión de los resultados obtenidos. La superación de dicho proyecto se consigue alcanzando una puntuación igual o superior a la mitad de la puntuación máxima otorgada al proyecto. La calificación del proyecto representa el 25% de la calificación final. Los alumnos no presenciales deben ponerse en contacto con el profesor para que éste les facilite el guión individualizado del proyecto que deben realizar y entregar el mismo en la fecha del examen final.

3 Hojas de ejercicios. Se evalúa el planteamiento, desarrollo y correcta expresión de los resultados. Además, se valora la participación del estudiante en la puesta en común y valoración crítica de resultados durante la resolución en clase. La superación de esta actividad se consigue alcanzando una puntuación igual o superior a la mitad de la puntuación máxima otorgada a la actividad. La calificación de las hojas de ejercicios representa el 10% de la calificación final. Los alumnos no presenciales deben realizar una prueba alternativa en la misma fecha del examen final.

4 Prácticas de laboratorio. Se valora la iniciativa del alumno en la propuesta de métodos para la resolución e implementación de las cuestiones planteadas en el laboratorio, así como la organización y presentación de resultados en un breve informe entregado al final de cada sesión. La superación de las prácticas se consigue alcanzando una puntuación igual o superior a la mitad de la puntuación máxima otorgada a las prácticas. La calificación de las prácticas de laboratorio representa el 15% de la calificación final. Los alumnos no presenciales deben realizar una prueba alternativa en la misma fecha del examen final.

## **Documentos de referencia**

**En el desarrollo de las actividades de evaluación el estudiante contará con ...**

---

## **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:**

Los objetivos generales de la asignatura 'Fundamentos de tratamiento de señal' se orientan a proporcionar a los estudiantes los fundamentos e instrumentos básicos para el estudio de las señales y los sistemas en tiempo discreto, así como para su aplicación al tratamiento digital de señales, con especial énfasis en aquellas señales propias del entorno biomédico.

Las primeras sesiones, tanto teóricas como prácticas, tienen por objeto dotar al estudiante de las definiciones, clasificaciones y ejemplos básicos de señales de tiempo discreto en el dominio temporal. Asimismo se estudian sistemas que pueden utilizarse para tratar dichas señales y se particulariza el análisis para sistemas que poseen características relevantes. Los conceptos abordados para señales y sistemas en el dominio temporal se trasladan al dominio frecuencial a través de la introducción de transformadas tales como la transformada de Fourier (FT) y la transformada discreta de Fourier (DFT). Posteriormente, se introduce un nuevo dominio de representación de señales y sistemas definido a partir de la transformada  $z$ , generalización de la transformada de Fourier estudiada previamente. Puesto que el tratamiento digital de la señal se aplica en muchas ocasiones en un entorno analógico, se dan los fundamentos necesarios para que el estudiante pueda llevar a cabo el intercambio entre señales de tiempo continuo y tiempo discreto haciendo uso de los procesos de muestreo y reconstrucción. Todos los conceptos tratados en esta asignatura se ejemplifican a través de señales biomédicas obtenidas de campos tales como la fisiología, electrocardiografía, etc.

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

La asignatura 'Fundamentos de tratamiento de señal' pretende contribuir a la formación de investigadores en el área biomédica proporcionándoles herramientas básicas de ingeniería que pueden utilizar para extraer información de señales biológicas y ayudar en la toma de decisiones en el contexto biomédico. Los conocimientos adquiridos en esta asignatura tienen su continuación en otras asignaturas del máster que el estudiante puede optar por cursar y que le permitirán adquirir una formación óptima para desarrollar tareas investigadoras en áreas que requieran el tratamiento de señales obtenidas de distintas ramas de la ingeniería biomédica.

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

- 1:** Conocer ejemplos de señales y sistemas de tiempo discreto y evaluar sus propiedades en el dominio temporal.
- 2:** Identificar sistemas con las propiedades de linealidad e invarianza temporal y calcular su respuesta frente a distintas señales de entrada.
- 3:** Representar señales y sistemas discretos en el dominio frecuencial mediante el cálculo de la transformada de Fourier y la transformada discreta de Fourier.
- 4:** Intercambiar señales de tiempo continuo y tiempo discreto mediante las operaciones de muestreo y reconstrucción.
- 5:** Modificar la frecuencia de muestreo de una señal haciendo uso de las operaciones de diezmado e interpolación en el dominio discreto.
- 6:** Utilizar la transformada  $z$  como generalización de la transformada de Fourier para representar señales y sistemas de tiempo discreto.

**7:** Identificar sistemas especiales en el dominio transformado  $z$  y analizar sus implicaciones en el diseño de filtros.

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

La capacidad para manipular señales y sistemas de tiempo discreto presentadas en distintos dominios (temporal, frecuencial, transformado  $z$ ) así como para relacionar este tipo de señales con señales de tiempo continuo frecuentemente adquiridas en el entorno biomédico son claves en la formación de un Ingeniero Biomédico. Éste, en el desarrollo de su tarea profesional, se encontrará a menudo con situaciones que requieran el conocimiento de técnicas de adquisición, transformación, filtrado e interpretación de señales presentes en distintos contextos biomédicos, para lo cual las capacidades adquiridas serán de gran utilidad.

---

## **Evaluación**

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Examen final. En cada convocatoria se realiza un examen global de la asignatura que comprende la totalidad del temario impartido. Este examen tiene por objeto valorar tanto la adquisición de los conocimientos teóricos estudiados como la capacidad para aplicar éstos en diversos contextos.
- 2:** Proyecto de trabajo. En la parte final de la asignatura se plantea al estudiante un proyecto en el que se aborda una situación práctica que requiere la aplicación conjunta de conocimientos de las distintas unidades temáticas que componen la asignatura. Para resolver las distintas cuestionadas planteadas en el proyecto el estudiante debe responsabilizarse de la búsqueda y organización de la información necesaria, encargándose el profesor de la supervisión de las tareas que realiza el estudiante.
- 3:** Hojas de ejercicios. Hacia el final de cada unidad temática se proporciona al estudiante una colección de problemas ordenados por grado de complejidad para que éste los resuelva individualmente. En sesiones posteriores de clase se pone en común la resolución de dichos problemas.
- 4:** Prácticas de laboratorio. Periódicamente se realizan sesiones de laboratorio que permiten al estudiante poner en práctica el diseño de métodos para resolver computacionalmente cuestiones tratadas en las distintas unidades temáticas de la asignatura.

---

## **Actividades y recursos**

### **Presentación metodológica general**

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

La asignatura 'Fundamentos de tratamiento de señal' se ha diseñado con el objetivo de dotar al estudiante de los conceptos y herramientas fundamentales para el estudio de señales y sistemas discretos y su aplicación al tratamiento digital de señales. Durante las clases teóricas se abordan los contenidos básicos relativos al procesado de señales, los cuales se ejemplifican en la medida de lo posible con señales cercanas al entorno biomédico. En las sesiones de prácticas realizadas en el laboratorio se hace hincapié en la aplicación de los contenidos tratados en las sesiones teóricas y se llevan a cabo

implementaciones similares a las que el ingeniero biomédico puede encontrarse en una situación real. El proyecto de trabajo propuesto al final del bimestre permite al estudiante enfrentarse a un caso eminentemente práctico en el que mide su autonomía en la adquisición, planificación y organización de la información requerida para resolver con éxito la situación propuesta.

## **Actividades de aprendizaje programadas**

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

#### **1:**

Sesiones teóricas de fundamentos de tratamiento de señal. El objetivo de estas sesiones es la adquisición por parte del estudiante de una serie de contenidos básicos que sirvan de base para su análisis y para el posterior planteamiento de problemas. En estas sesiones se combinará la exposición de contenidos por parte del profesor con la participación de los estudiantes a través del debate y reflexión de los contenidos tratados así como de la puesta en común de las cuestiones propuestas. Los contenidos tratados en las sesiones teóricas se agrupan en torno a las siguientes unidades temáticas:

Unidad 1. Señales y sistemas de tiempo discreto. Representación y análisis de propiedades en el dominio temporal. Ejemplos.

Unidad 2. Tratamiento frecuencial de señales. Transformada de Fourier y transformada discreta de Fourier. Aplicación sobre señales biológicas.

Unidad 3. Relación entre los dominios analógico y discreto. Muestreo, reconstrucción, diezmado e interpolación. Aplicaciones en el entorno biomédico.

Unidad 4. Análisis de señales y sistemas en el dominio transformado  $z$ . Función de transferencia. Filtros FIR/IIR y sistemas de fase lineal.

Las sesiones de teoría se desarrollan en el aula mediante la proyección de transparencias y el soporte, en caso necesario, de la pizarra del aula. Además, se cuenta con ordenadores para la resolución computacional de cuestiones prácticas.

#### **2:**

Proyecto de trabajo. El objetivo del proyecto es hacer partícipe al estudiante del aprendizaje de técnicas de procesamiento de señal mediante el planteamiento de un caso práctico que requiere, para su resolución, la aplicación de los distintos conocimientos y herramientas adquiridos en el estudio de las unidades temáticas que componen la asignatura. Para este proyecto, planteado de forma individualizada a cada estudiante, se facilita un documento con una serie de cuestiones que sirve de guía para el desarrollo del mismo. Asimismo, se proporcionan al estudiante fuentes de las que puede obtener información que le sirva de ayuda. Ésta es una actividad no presencial que el alumno resuelve individualmente como parte de su trabajo personal, interaccionando con el profesor en tutorías individualizadas si así lo requiere.

#### **3:**

Hojas de ejercicios. El objetivo de las colecciones de problemas que se entregan a los alumnos al final de cada unidad temática es contribuir a afianzar los contenidos y cuestiones trabajados en las sesiones teóricas. Además, la puesta en común de la resolución de tales problemas compromete al estudiante a ser crítico en la presentación de sus resultados así como en las propuestas realizadas por sus compañeros. Esta actividad combina una parte de estudio individual no presencial, en la que cada estudiante plantea y resuelve los problemas propuestos, junto con otra parte de trabajo presencial en la que se ponen en común las respuestas de todos los estudiantes.

#### **4:**

Prácticas de laboratorio. El objetivo de las prácticas de laboratorio es proporcionar un contacto con el diseño de métodos computacionales para resolver problemas experimentales/simulados. Estas sesiones en el laboratorio suponen una motivación para los estudiantes, a la vez que permiten integrar los contenidos teóricos y prácticos trabajados en la asignatura. Para la realización de estas prácticas se facilita al estudiante un guión de las mismas y se explica el trabajo que se va a abordar en la sesión. Al finalizar, el estudiante debe presentar un informe, a modo de memoria de la práctica, donde recoja los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas durante la sesión.



# **Planificación y calendario**

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

La asignatura se desarrolla en el segundo bimestre. En el curso 2009-2010 las clases comienzan el 15 de Noviembre de 2010 y finalizan el 21 de Enero de 2011.

Las sesiones presenciales tienen lugar los miércoles de 18 a 20 horas y los jueves de 18 a 19 horas. Las sesiones de teoría se desarrollan en el aula A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro, mientras que las prácticas de laboratorio se realizan en el aula de informática del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) del edificio Torres Quevedo en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizan los días 1 y 15 de Diciembre de 2010 y 12 y 19 de Enero de 2011.

La entrega de los proyectos de trabajo se realiza hasta el 25 de Enero de 2011 en Primera Convocatoria y hasta el 13 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria.

El examen final de la asignatura se realizará el 25 de Enero de 2011 en Primera Convocatoria y 13 de Septiembre de 2011 en Segunda Convocatoria en el aula A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



**Universidad**  
Zaragoza

# **Master en Ingeniería Biomédica**

## **62723 - TH-Fundamentos del tratamiento de imagen**

**Guía docente del curso 2013 - 2014**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

**Santiago Cruz Llanas** cruzll@unizar.es

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

Se consideran convenientes nociones previas de las siguientes materias: procesado de señal o teoría de sistemas, teoría de la probabilidad y operaciones básicas en las que aparecen derivadas, integrales o matrices. Las asignaturas del bloque Fundamentos tecnológicos para médicos proporcionarían estos conocimientos para titulados no técnicos.

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

(Referencia curso 2009/10)

Recursos Fuentes de información, materiales, bibliografía Bibliografía La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62724 - TH-Métodos de simulación numérica

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Miguel Ángel Martínez Barca** miguelam@unizar.es

**María José Gómez Benito** gomezmj@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 consistirán 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

### 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.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## **Master en Ingeniería Biomédica 62725 - TH-Seminario interdisciplinar**

**Guía docente del curso 2013 - 2014**

**Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 1 - 1 , Créditos: 3.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

**Juan Pablo Martínez Cortes** [jpmart@unizar.es](mailto:jpmart@unizar.es)

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

Este seminario está previsto que sea cambiante cada año, y consiste en cursos temáticos impartidos por profesorado invitado especialista en el tema y realizados de forma intensiva en el entorno de una semana. Dado que son personas que suelen ser referencia en su campo de trabajo, se recomienda la asistencia a todos aquellos que estén interesados en el tema de cada seminario, o que deseen conocer de primera mano las líneas punteras de trabajo en cada tema.

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

- Inicio de las clases: Variable. Se anuncia oportunamente. Típicamente a partir de Febrero
  - Sesiones: Temas impartidos de forma intensiva en periodos una semana.
  - Trabajos y evaluación incrustados en la semanas de impartición.
- 

### **Inicio**

---

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

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

- 1:**  
Es capaz de seguir e interactuar con un experto de un tema concreto, en un seminario intensivo
- 2:**  
Es capaz de seguir presentaciones en Ingles de un tema puntual avanzado, asimilando como para hacer los ejercicios prácticos diseñados

### **Introducción**



## Breve presentación de la asignatura

Este seminario (compuesto de una serie de ellos) esta previsto que sea cambiante cada año, y consiste en cursos temáticos impartidos por profesorado invitado especialista en el tema y realizados de forma intensiva en el entorno de una semana.

---

## 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:

Dada la gran diversidad de temas en Ingeniería Biomédica, resulta muy difícil tener ni cursos ni expertos en todos los temas en un programa acotado como el de este máster. Por ello esta asignatura permite de forma dinámica mostrar temas variados que son relevantes para la disciplina y que no están bien cubiertos en el temario del máster.

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

Es una asignatura interdisciplinar en su propio diseño. Permite cada año, usando los recursos de los programas de movilidad de masteres, diseñar sesiones de especialización en temas de interes no bien cubiertos en el programa reglado estable.

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

- 1: Seguir, y hacerlo de modo natural, charlas especializadas en temas de su interes o colaterales.
- 2: Considerar el acceso a expertos en temas concretos como una forma natural y preferente de acceder a lineas de investigación de actualidad.
- 3: Comprender la formación como una actividad que incluye al movilidad estudiante/profesor como un factor relevante

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

Internalización de la perspectiva de los estudiantes, y evidenciación de conocimientos como un bien ubicuo.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

- 1: Se evaluara en funcion de la asistencia a los seminarios de forma asidua. El numero mínimo de sesiones se concretara cada año en función del numero de sesiones programadas.
- 2: El estudiante deberá realizar los trabajos practicos que se propongan, si es el caso, en cada seminario, y

entregar un informe critico de cada uno de los seminarios, donde al menos debera plasmarse:

- 1- El conocimiento que se ha adquirido como resultado del seminario
- 2- Los dominios de aplicación relacioandos con el interes del estudiante
- 3- Un juicio critico sobre el seminario y los temas en el abordados, en funcion del resto del programa de master.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

Asistir a los seminarios programados, e interactuar con el conferenciante en las sesiones practicas, pudiendo eventualmente discutir sobre temas de interes comun (proyectos fin de master). Realizar los trabajos practicos diseñados en cada caso.

### **Actividades de aprendizaje programadas**

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

- 1:** La organización de los seminarios, y la habilitación de tiempo para discusiones interacciones personales con el conferenciante.

### **Planificación y calendario**

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

En función de la disponibilidad de los participantes se organizan las sesiones durante el curso y se anuncian, tan pronto como la financiación es confirmada y la reserva de tiempo asignada.

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:  
<http://titulaciones.unizar.es>



# Master en Ingeniería Biomédica 62726 - TH-Técnicas de visualización y representación científica

Guía docente del curso 2013 - 2014

---

## Información básica

---

### Profesores

**Francisco José Serón Arbeloa** seron@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura requiere para su superación:

1. Estudio de los conceptos teóricos
2. Asistencia y realización de los ejercicios planteados en las clases de prácticas (sobre la biblioteca VTK)
3. Análisis, algoritmización, utilización de la biblioteca VTK, generación de documentación y defensa del ejercicio propuesto para la evaluación.

Dado el planteamiento profundamente teórico-práctico de la asignatura y el número de horas que se utilizan para su impartición, es recomendable adquirir un conocimiento completo e integrado de todos los conceptos presentados. La utilización de la librería VTK (de acceso libre) favorece la asimilación de los mismos al permitir la rápida comprobación de los conceptos teóricos desarrollados.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

Se desarrollará la asignatura siguiendo el calendario propuesto por la dirección del Máster.

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

**1:**

Conoce con claridad la estructura lógica del paradigma de visualización de información propuesto por la Informática Gráfica.

**2:**

Conoce el tipo de soluciones más adecuadas a la hora de visualizar datos escalares, vectoriales, tensoriales,

...

**3:** Aprende a plantear soluciones adecuadas a problemas de visualización de mallas con varios tipos de atributos diferentes en cada nodo del espacio.

**4:**

Adquiere la experiencia de trabajar en grupos pequeños, y partiendo de un programa marco proporcionado por el profesor, sabe modificarlo de forma adecuada, y es capaz de resolver problemas de visualización de datos científicos, fundamentalmente biomédicos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

**Este curso pretende ofrecer una visión global de los aspectos que intervienen en el mundo de la visualización de datos biomédicos.**

**En concreto, los objetivos del curso son:**

- **Conocer qué es una imagen.**
- **Mostrar la necesidad de la visualización de datos biomédicos.**
- **Introducir conceptos básicos necesarios sobre Informática Gráfica.**
- **Describir los métodos de visualización en detalle.**
- **Mostrar la aplicación de las técnicas de visualización a una amplia selección de casos.**
- **Proporcionar la descripción del software *Visualization Toolkit* o *vtk*.**

---

## 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:**

El mundo de la Visualización de datos consiste en la transformación de datos en imágenes, con objeto de utilizar el sentido más potente que tiene el ser humano para analizar la información. ¡El sentido de la vista!

Planteamientos

- Presentar los conocimientos básicos sobre el lenguaje de la imagen y su poder.
- Definir en qué consiste la visualización de datos y presentar su evolución histórica.
- Presentar la epistemología del mundo de la Informática Gráfica.
- Analizar las posibles estructuras topológicas, geométricas y atributos de las representaciones de datos.
- Describir de forma amplia y con numerosos ejemplos los algoritmos de visualización.
- Describir una de las mejores herramientas de visualización de datos científicos existentes en la actualidad. La Librería VTK

## Objetivos

- Que el estudiante conozca los conceptos indicados.
- Que el estudiante sepa analizar, plantear e implementar en un ordenador un problema concreto.
- Que el estudiante se ejercite en el desarrollo de actividades de forma individual y en equipo.
- Que el estudiante realice todas las actividades relacionadas con el desarrollo y defensa oral de un proyecto informático.

## Contexto

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

Esta asignatura pertenece al conjunto de saberes y disciplinas con características transversales que hace falta conocer para fundamentar el estudio actual de la Ingeniería Biomedica, entendiendo que las técnicas expuestas en esta asignatura se apoyan en el uso exhaustivo de herramientas informáticas.

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

- 1:** Comprender la importancia de la imagen en el procesamiento de la Información que realiza el cerebro para analizar el mundo y su comportamiento.
- 2:** Comprender la estructura, la organización y el funcionamiento de los sistemas informáticos que permiten la visualización de datos científicos.
- 3:** Entender y plantear de forma algorítmica, soluciones a problemas de visualización de datos.
- 4:** Entender las técnicas de programación necesarias para manejar la biblioteca VTK.
- 5:** Trabajar en equipo y desarrollar una aplicación informática en el ámbito del tratamiento de la visualización de datos en general y de la creación de imágenes adecuadas para un problema de visualización de datos biomédicos en particular.

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

El desarrollo actual de muchas actividades relacionadas con el mundo de la Biomedicina, requiere de forma inevitable de la utilización de herramientas informáticas que permitan la visualización de los datos obtenidos del análisis de un fenómeno o de una simulación para poder avanzar en el desarrollo de sus proyectos.

La importancia de los resultados de aprendizaje de esta asignatura radica, en que se describen de forma completa tanto las estructuras espaciales de los datos que aparecen normalmente así como los algoritmos habituales que subyacen en la mayoría de las herramientas informáticas relacionadas con el mundo de la visualización de datos científicos.

---

## Evaluación

---

## Actividades de evaluación

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

**1:**

Realización de todos los ejercicios planteados en las clases prácticas (20% de la nota).  
Actividad individual

**2:**

Actividad en grupo  
Estructura de la documentación

Realización del trabajo en grupo y documentación (20% de la nota)

- Descripción de los algoritmos utilizados
- Descripción de la programación realizada
- Bibliografía utilizada
- Coste temporal
- Ejecución correcta del código

**3:**

Actividad presencial  
Presentación oral [ppt] de la documentación presentada (20%)

Presentación de respuestas individuales a las preguntas realizadas (20% de la nota) .

- algoritmo utilizado de la biblioteca VTK (20%)

- estructura espacial ( topología y geometría de la malla de datos ) (20%)

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Actividades de

La metodología se basará en el aprendizaje basado en problemas.

Actividades presenciales conjuntas

Actividad de tipo 1 (clases magistrales) 20 horas 1 grupo

Actividad de tipo 2 (clases de prácticas) 20 horas 1 grupo

Actividades no presenciales

Actividad de tipo 6 (trabajo práctico) 15 horas grupos de 1-2 personas

Actividad de tipo 7 (estudio personal) 15 horas

Actividad de evaluación final

Actividad de tipo 8 (prueba oral) 02 horas

## **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:**

**Parte teórica:**

- . **El lenguaje de la imagen.**
- . **El poder del lenguaje de la imagen.**
- . **¿Qué es la visualización de datos?. Sus orígenes.**
- . **¿Qué es la Informática Gráfica?. Fundamentos de Informática Gráfica.**
- . **Representaciones básicas de datos.**
- . **Algoritmos fundamentales.**
- . **Visualización volumétrica.**

**2:**

**3:**

**Parte práctica:**

**El objetivo de esta parte es adentrarse en el conocimiento de la herramienta de visualización de propósito general denominada vtk que es muy utilizada en el mundo de la visualización de datos biomédicos.**

**VTK (The Visualization Toolkit) es:**

- . **Procesado de datos 3D**
- . **Librería de clases**
- . **Conexión con intérpretes (TCL/TK, Java, Python) Independientes de la plataforma.**

## **Planificación y calendario**

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

**El cuatrimestre tiene 15 semanas con la siguiente distribución de actividades:**

**Durante las 15 semanas (3 horas /semana):**

- . **Desarrollo de clases magistrales**
- . **Desarrollo de clases prácticas**

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>





## Master en Ingeniería Biomédica 62727 - TH-Tecnologías ópticas en Biomedicina

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 1 - 1 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

María del Pilar Arroyo de Grandes arroyo@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

No es requisito imprescindible haber cursado asignaturas previas ni en los distintos grados que dan acceso al máster ni en el primer bimestre del plan de estudios de este máster.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 16 de noviembre de 2009
  - Fin de las clases: 22 de enero de 2010
  - Examen de la asignatura: 25 de enero de 2010 (1ª conv.) y 30 de agosto de 2010 (2ª conv.)
  - Las tres sesiones prácticas de 2h se desarrollarán en los laboratorios del Departamento de Física Aplicada en la Facultad de Ciencias, en fecha y hora a concretar de acuerdo con los alumnos matriculados.
  - Los Trabajos de la 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 óptica mas adecuada en algunas aplicaciones biomédicas, sabiendo la magnitud física a medir, el rango de valores esperados y la resolución espacial y temporal deseadas.

**2:** Es capaz de explicar el funcionamiento y las aplicaciones biomédicas típicas de las técnicas ópticas estudiadas.

**3:** Es capaz de aplicar algunas de las técnicas a casos prácticos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende presentar al alumno un conjunto de técnicas que utilizan la interacción entre la luz y los materiales para modificar u obtener información sobre esos materiales. La revisión de estas técnicas en el contexto de la biomedicina pretende familiarizar al alumno con sus aplicaciones al estudio de células, tejidos, vasos sanguíneos, prótesis,...

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del estudiante. Es una asignatura optativa perteneciente al módulo de Tecnologías Horizontales (TH). La asignatura se imparte en el segundo bimestre y para su realización el estudiante no requiere haber cursado ninguna de las materias contenidas en los módulos de Fundamentos Biomédicos (FB) y Fundamentos Técnicos (FT). Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia.

---

## 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:

Se revisan, en primer lugar, algunos conceptos de óptica necesarios para entender las técnicas que se estudian a continuación. Se empieza por las técnicas de moiré para visualizar la forma de superficies y, en particular, la forma de diversas partes del cuerpo humano. Se estudia el moteado láser como marcador natural de cualquier superficie difusora y se presentan las técnicas que lo utilizan para medir las deformaciones de la superficie. Se muestra que dichas técnicas pueden utilizarse sólo para visualizar (diagnóstico no destructivo) o también para obtener medidas cuantitativas que proporcionen información de las propiedades mecánicas del material (tejido, vasos sanguíneos, prótesis,...). Asimismo se describen técnicas de velocimetría para el estudio de los flujos, presentando aplicaciones específicas de flujos biológicos. Otras técnicas consideradas son las técnicas de microscopia y de tomografía óptica para la observación de objetos a nivel celular. Finalmente, se estudian algunas aplicaciones terapéuticas del láser como las pinzas ópticas y el bisturí y la ablación láser.

La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un abanico de técnicas ópticas de medida de diversas magnitudes físicas y a ser capaz de utilizarlas para obtener información relevante en algunas aplicaciones biomédicas, teniendo en cuenta las particularidades de cada aplicación, así como las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante comprenda y sepa utilizar un conjunto de técnicas ópticas para obtener información útil en algunas aplicaciones biomédicas.

## 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. Hoy en día las técnicas ópticas no invasivas se utilizan en infinidad de aplicaciones prácticas en campos diferentes entre los que se incluye el ámbito biomédico. Por ello un conocimiento profundo de dichas prácticas proporcionará al alumno las herramientas necesarias para resolver problemas de medida que puedan surgir en dicho ámbito.

Por otro lado, esta asignatura permitirá al alumno desarrollar su capacidad crítica y de análisis de forma que sea capaz de tomar decisiones debidamente razonadas. Dado que los estudios de máster constituyen un puente hacia el mundo laboral su formación se verá complementada en aspectos que trascienden el ámbito académico.

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

- 1:** Obtener información física en determinadas aplicaciones biomédicas por medio de técnicas ópticas no invasivas.
- 2:** Elegir la técnica óptica más adecuada al problema que se desee estudiar.
- 3:** Detectar las posibilidades y limitaciones de cada una de las técnicas ópticas.
- 4:** Realizar informes de trabajos experimentales.

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

Esta asignatura permitirá al estudiante comprender la información que las técnicas ópticas pueden proporcionar en lo referente a la medida no invasiva de las propiedades mecánicas de materiales biológicos (células, tejidos, vasos sanguíneos, prótesis,...). Dado que alguna de estas técnicas se encuentran ya en aplicaciones comerciales mientras que otras se encuentran todavía en fase de desarrollo, la formación adquirida en esta asignatura puede ayudar al alumno a potenciar su carrera profesional, bien en el campo de la investigación o en un campo mas comercial.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

**1: Examen final**

En cada convocatoria se realiza un examen global de la asignatura que tiene por objeto valorar tanto la adquisición de los conocimientos teóricos estudiados como la capacidad para aplicar éstos en diversos contextos. Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final)

**2: Prácticas de laboratorio**

El alumno elaborará un informe de cada una de las prácticas realizadas, que serán calificados de 0 a 10. La nota final de esta parte se computará como la media de las calificaciones obtenidas en los informes y

supondrá un 30% de la nota final.

**3:**  
**Trabajo de Asignatura**

El trabajo consistirá en un informe escrito sobre un tema elegido por el alumno, con el visto bueno del profesor, y relacionado con los temas presentados en clase. La calificación de este ejercicio (de 0 a 10) supondrá el 20% 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:

En las clases teóricas presenciales se exponen los contenidos fundamentales de la asignatura. Se presentan las diferentes técnicas ópticas de medida no invasiva que permiten obtener información sobre las propiedades mecánicas de materiales biológicos, incluyendo algunas aplicaciones representativas. Se les proporciona a los alumnos las transparencias de cada una de las lecciones con suficiente antelación y los textos donde se describen los contenidos incluidos en esas transparencias.

Las sesiones prácticas de laboratorio se invierten en que los alumnos utilicen alguna de las técnicas explicadas en alguna aplicación típica.

Por último, mediante el desarrollo del trabajo de asignatura, se pretende que el estudiante profundice un poco más en alguna de las técnicas o de las aplicaciones presentadas.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:**  
**Clases magistrales**

Tema 1	<b>Fundamentos de Óptica.</b> Reflexión, refracción y formación de imágenes. Superposición de ondas de luz: polarización e interferencias. Coherencia. Difracción. Difusión. Láseres: tipos y propiedades.
Tema2	<b>Técnicas de moiré para estudios de topografía.</b> Efecto moiré. Análisis de las figuras de moiré. Medida de formas. Ejemplos de aplicación.
Tema 3	<b>Técnicas de moteado laser para el estudio de propiedades mecánicas de materiales (tejidos, prótesis,...).</b> Moteado y sus propiedades. Métodos de comparación de moteados. Detección de defectos. Medida de deformaciones. Ejemplos de aplicación.
Tema 4	<b>Técnicas de velocimetría para el estudio de flujos biológicos.</b> Velocimetría de imágenes de partículas. Holografía digital. Ejemplos de aplicación
Tema 5	<b>Técnicas de microscopía.</b> Microscopio compuesto. Microscopio confocal. Microscopía holográfica.
Tema 6	<b>Tomografía óptica.</b> Tomografía óptica difusa (DOT). Tomografía coherente óptica (OCT). Tomografía difractiva óptica (ODT).

Tema 7	<b>Aplicaciones terapéuticas del láser.</b> Interacción luz-materia. Pinzas ópticas. Bisturí láser. Ablación láser. Aplicaciones.
--------	---

2:

### **Prácticas de Laboratorio**

1. Medidas de formas con moiré.
2. Medidas de deformaciones de un sólido elástico con interferometría de moteado.
3. Medidas in vitro del flujo en un aneurisma.

## **Planificación y calendario**

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

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

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los lunes de 16 a 18 horas y los jueves de 20 a 21 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizarán en los laboratorios del Departamento de Física Aplicada en la Facultad de Ciencias, en fecha y hora a concretar de acuerdo con los alumnos matriculados.

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.

El examen se realizará el 25 de enero de 2010 a las 16 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62728 - TICIB-Instrumentación y electroterapia médica

Guía docente del curso 2012 - 2013

---

### Información básica

---

#### Profesores

**José Miguel Burdio Pinilla** burdio@unizar.es

**Jorge Luis Falcó Boudet** jfalco@unizar.es

**Roberto José Casas Nebra** rcasas@unizar.es

**Armando Santiago Roy Yarza** armanroy@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 01/02/2010
  - Examen: 25/03/2010 a las 16:00 (1ª conv.) y 09/09/2010 a las 16:00 (2ª conv.).
  - Entrega de trabajos: hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el 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 identificar los parámetros de una señal biomédica relevantes para su acondicionamiento y captación.
- 2:** Es capaz de comprender y aplicar técnicas de reducción de ruido, mejora del CMRR, acoplamiento de impedancias, aplicación de filtros, aislamiento galvánico y protecciones al equipo y a la persona.
- 3:** Es capaz de identificar y comprender las distintas funciones de la aplicación de corrientes eléctricas externas en tejidos humanos y el equipamiento apropiado, especialmente para destrucción selectiva con efectos terapéuticos en cirugía.

**4:**

Es capaz de aplicar metodologías de diseño multidisciplinar centrado en usuario para definición de actuaciones en el ámbito de la tecnología asistencial.

- 5:** Es capaz de sugerir marcos de desarrollo, evaluación y explotación para ideas novedosas en el ámbito de las tecnologías de apoyo.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende dotar al estudiante de:

- Un conocimiento de los efectos electrofisiológicos subyacentes a la actividad biológica, relacionado con los parámetros relevantes para su acondicionamiento.
- Un conocimiento de los mecanismos básicos de captación de potenciales mediante electrodos.
- Un conjunto de herramientas de acondicionamiento clásico de señales electrofisiológicas.
- Un conocimiento de los distintos parámetros de señales clínicas de relevancia de los distintos sistemas del cuerpo humano (circulatorio, respiratorio, etc.).
- Un conocimiento de los efectos funcionales de la corriente eléctrica en los tejidos del cuerpo humano y su aplicación.

La asignatura consta de 4 créditos ECTS o 100 horas de trabajo del alumno. Es una asignatura optativa que pertenece a la Especialidad en Tecnologías de la Información y Comunicaciones en Ingeniería Biomédica (TICIB).

---

## 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:

Se revisan, en primer lugar, los orígenes eléctricos de las señales bioeléctricas extrayendo los parámetros relevantes para su captación y acondicionamiento.

Se revisan los sensores para la captación de estas señales, en particular los electrodos y su bioquímica.

Se revisan los equipos de captación de distintas señales para los diferentes sistemas biológicos del cuerpo humano.

Se revisan los equipos de electrocirugía y las técnicas de estimulación eléctrica funcional.

Se aborda la metodología de diseño multidisciplinar orientado a usuario centrado en el ámbito de las ayudas técnicas y los sistemas de apoyo.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretende posicionar las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, etc.

Esta asignatura sitúa al alumno frente a los distintos equipos de captación de señal no imagen utilizadas en clínica, la utilización de electricidad con fines terapéuticos, de apoyo y de destrucción controlada de tejidos (incluida la electrocirugía).

También cubre la parte de tecnología asistencial, para lo que se describen metodologías básicas de diseño multidisciplinar centrado en usuario y se da la oportunidad de desarrollar proyectos concretos en este ámbito.

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

- 1:** Identificar los parámetros de una señal biomédica relevantes para su acondicionamiento y captación.
- 2:** Comprender y aplicar técnicas de reducción de ruido, mejora del CMRR, acoplamiento de impedancias, aplicación de filtros, aislamientos galvánicos y protecciones al equipo y a la persona.
- 3:** Identificar y comprender las distintas funciones de la aplicación de corrientes eléctricas externas en tejidos humanos y el equipamiento apropiado, especialmente para destrucción selectiva con efectos terapéuticos en cirugía.
- 4:** Aplicar metodologías de diseño multidisciplinar centrado en usuario para definición de actuaciones en el ámbito de la Tecnología asistencial.
- 5:** Analizar y definir grandes líneas sobre marcos de desarrollo, evaluación y explotación para ideas novedosas en el ámbito de las tecnologías de apoyo.

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

La comprensión de los mecanismos subyacentes a distintas medidas clínicas y de las técnicas básicas de condicionamiento constituyen parte de los conocimientos básicos de un Ingeniero Biomédico que vaya a utilizar, adquirir equipos, o trabajar con médicos de distintas especialidades.

Los mecanismos que se ponen en juego en la estimulación eléctrica funcional permiten comprender y aplicar con seguridad la misma, manejando adecuadamente los equipos correspondientes y dando bases para gestionar sus compras y gestión.

La comprensión de cómo funciona la electrocirugía y las medidas de seguridad asociadas también son básicas para el manejo de estos equipos en los hospitales y centros sanitarios, el mantenimiento y la formación del personal en su utilización.

La capacidad de abordaje multidisciplinar de innovación y análisis orientado a usuario, no sólo se restringe al campo de las tecnologías de apoyo, por lo que encontrará relevancia en muchos trabajos donde el ingeniero colabore con personal de distintas disciplinas: en el campo de la ingeniería de apoyo es especialmente relevante, al igual que la identificación de elementos críticos para el éxito de una ayuda técnica en su uso, accesibilidad y capacidad de supervivencia en el mercado. Un conocimiento básico de la discapacidad y las ayudas existentes son también importantes en el entorno biomédico.

---

## **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: 1,5 horas; 50% de la calificación final): examen de cuestiones breves.  
  
Habrá un examen en cada convocatoria.
- 2:** Trabajo de asignatura: se realizará un trabajo de estudio de un tema específico a elegir por cada alumno de entre un abanico ofrecido por el profesor, con opción a seleccionar trabajos propuestos por los mismos alumnos. Estos trabajos pueden incluir pequeñas revisiones bibliográficas o revisión y crítica de proyectos de innovación y desarrollo. La calificación de esta prueba representará el 50% de la calificación final. Tiempo



total de dedicación: 20 horas.

## Criterios de evaluación

Criterios de evaluación

## Documentos de referencia

Documentos de referencia

---

## 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 descriptiva en la parte de instrumentación y terapia, y aplicada en la parte de ayudas técnicas y sistemas de apoyo. Así, una parte se basa en descripciones del profesor en aula, con soporte de presentaciones visuales.

La otra parte, tras unas descripciones de elementos básicos de enmarcado de los sistemas de apoyo en usuario con discapacidad, mercado, accesibilidad etc., utiliza una aplicación directa con dinámicas de trabajo en grupo, de creatividad y de análisis de situaciones.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:**

Programa teórico:

Tema 1. **Electrobiología: fenómenos eléctricos del y sobre el cuerpo.**

Tema 2. **Instrumentación médica: módulos de equipos.**

Tema 3. **Instrumentación médica para la captación de señales nerviosas (ENG, EEG), musculares (ECG, EMG, EOG) y otras señales.**

Tema 4. **Electroterapia en estimulación funcional y fisiológica.**

Tema 5. **Electroterapia para cirugía: electrocirugía.**

Tema 6. **Diseño multidisciplinar de ayudas técnicas inteligentes.**

**2:**

Sesiones prácticas:

- Visitas a la unidad de experimentación animal y quirófanos y a colegio de educación especial.
- Actividad de sesión de trabajo con profesionales del ámbito socio-sanitario en el diseño de ayudas técnicas o sistemas de apoyo. Opcionalmente, se extenderá esta actividad a un trabajo de diseño de una ayuda técnica con metodología de innovación multidisciplinar centrada en usuario.

**3:**

Actividad de análisis, búsqueda de información, compilación y crítica de un artículo, proyecto u otro trabajo relacionado con la asignatura.

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está planificada en el tercer bimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 1 de febrero al 19 de marzo de 2010.

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los martes de 19 a 20 horas, los miércoles de 16 a 17 horas y los viernes de 16 a 18 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizarán un miércoles por la mañana (visita a CPEE), y varios días por la tarde.

Los trabajos de asignatura se podrán presentar hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

El examen se realizará el 25 de marzo de 2010 a las 16 horas (1ª convocatoria) y el 9 de septiembre de 2010 a las 16 horas (2ª convocatoria), en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## **Master en Ingeniería Biomédica 62729 - TICIB-Inteligencia ambiental: biometría e interfaces hombre-máquina**

**Guía docente del curso 2013 - 2014**

**Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

No están disponibles estos datos.

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

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para cursar esta materia. Se requieren conocimientos básicos de MATLAB; asimismo, sería recomendable haber cursado previamente la materia técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación.

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

En la página web del Master de Ingeniería Biomédica se publicarán las actividades y fechas claves de la asignatura

[http://i3a.unizar.es/postgrado/index\\_master.php](http://i3a.unizar.es/postgrado/index_master.php)

---

### **Inicio**

---

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

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

- 1:** Conocer las distintas tecnologías existentes en la identificación automática de identidad, mediante características biométricas.
- 2:** Evaluar distintos algoritmos de reconocimiento de señales temporales como la señal de voz.
- 3:** Saber diseñar y evaluar sistemas de interfaz hombre-maquina.
- 4:** Ser capaz de proseguir el aprendizaje de forma continuada y autónoma.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

El objetivo de esta asignatura es introducir al alumno en aspectos de la inteligencia ambiental relacionados con las interfaces de comunicación persona-entorno, personalización y seguridad biométrica y la inteligencia emocional. Se presentarán a los alumnos técnicas y sistemas básicos de interacción entre la persona y el entorno. Adicionalmente, se introducirán las técnicas biométricas que permiten la personalización del entorno así como el acceso seguro al mismo.

Se trata de una asignatura optativa de la Especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica (TICIB), que consta de 3 créditos ECTS. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia. Se requieren conocimientos básicos de MATLAB y es recomendable haber cursado la materia técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación.

---

## 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 materia consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. A lo largo de la impartición de esta materia se abordarán temas relacionados con el uso de las señales de voz y video para la realización de interfaces hombre-máquina robustas e inteligentes. Sistemas capaces de percibir, identificar, comprender e interactuar con el ser humano de un modo eficaz, amigable e intuitivo.

Con tal objetivo, es imprescindible revisar las señales biométricas que serán usadas para el desarrollo de este tipo de interfaces. A continuación, se llevará a cabo un estudio de los aspectos técnicos básicos que permiten reconocer y clasificar personas, eventos, discursos, emociones, etc. Para ello, se presentarán y describirán las diferentes técnicas de reconocimiento de patrones, haciendo especial énfasis en el modelado y reconocimiento de señales temporales.

En el segundo bloque se abordarán aspectos relacionados con la interacción del ser humano con sistemas automáticos. Se analizarán tanto interfaces orales como visuales. Los interfaces basados en voz resultan ser los métodos de interacción más habituales con los que cuenta el hombre para comunicarse y transmitir sus pensamientos, ideas u emociones. Por este motivo, se describirán con detalle las técnicas y los métodos que intervienen en el desarrollo de interfaces orales robustas e intuitivas, desde el estudio y análisis de la señal de voz, hasta los sistemas de comprensión y gestión del diálogo. Respecto a los interfaces visuales, se tratarán aspectos relacionados con la comunicación basada en el lenguaje de signos, la identificación del estado emocional de la persona mediante el análisis de la expresión facial y se tratarán diversos métodos de identificación automática del comportamiento humano, más concretamente, el reconocimiento de acciones humanas.

En el tercer bloque se tratarán los temas relacionados con el reconocimiento, verificación e identificación de personas a través de sistemas de reconocimiento biométrico: huella dactilar, iris, cara, voz, etc.

Por último, se presentarán ejemplos de aplicación de las tecnologías y los métodos estudiados a lo largo del curso.

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

Esta asignatura se enmarca dentro de la línea de “Ambientes Inteligentes y Computación Ubicua”, para el desarrollo de sistemas autónomos inteligentes capaces de reconocer personas e identificar actividades humanas, permitiendo el desarrollo de una interacción del usuario con el entorno más eficaz, amigable e intuitiva.

En el contexto de los entornos inteligentes, la identificación por parte del sistema del usuario es uno de los aspectos claves a tratar. Por ello, la identificación biométrica constituye uno de los puntos clave en esta asignatura.

Por otra parte, a la hora de interactuar con el entorno, encontramos que entre los métodos más naturales con los que cuenta el hombre está la voz. Por tanto, el desarrollo de interfaces orales es otro de los puntos importantes tratados en esta asignatura.

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

- 1:** Capacidad para identificar que tecnología es la más conveniente para la identificación biométrica de sujetos.
- 2:** Capacidad para aplicar los interfaces hombre-maquina estudiados a la aplicación de sistemas reales.
- 3:** Capacidad para abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de los Entornos Inteligentes.
- 4:** Capacidad de aprender de forma continuada, autodirigida y autónoma, y desarrollar nuevos conocimientos y técnicas especializadas, adecuadas para la investigación y el desarrollo de aplicaciones en Entornos Inteligentes.

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

Las diferentes técnicas de interfaz hombre maquina introducidas en esta asignatura presentan numerosos campos de aplicación en el desarrollo de Entornos Inteligentes. Considerando que este es un campo que presenta una demanda cada vez mayor, debido a la complejidad de la nueva sociedad, la formación adquirida en esta asignatura permitirá al alumno situarse en una posición idónea para potenciar su carrera profesional, bien en el campo de la investigación, como en el del desarrollo de aplicaciones comerciales.

---

## **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 presencial: 2 horas; trabajo personal del estudiante previo: 20h repartidas de forma continua a lo largo del desarrollo del curso). Se trata de un examen tipo test (con penalización por fallos). Puntuación de 0 a 10 (la calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final).
  - 2:** Trabajo de Asignatura. Se realizará un trabajo de laboratorio donde el estudiante deberá mostrar el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará interpretaciones de los resultados. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.
  - 3:** Prácticas de laboratorio y ejercicios de simulación. Las prácticas de laboratorio desarrolladas en MATLAB se valorarán tanto en la propia sesión de laboratorio como a partir del guión de la práctica que el estudiante deberá entregar. El estudiante deberá completar algunos ejercicios de simulación adicionales en casa. La calificación de las prácticas representará el 20% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 3h presenciales (laboratorio), 3 horas de trabajo previo en casa (instalación del software en el ordenador propio del estudiante y preparación de la práctica), 3 horas para confeccionar los guiones y 3h para ejercicios adicionales.
-

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Esta asignatura tiene una orientación totalmente aplicada, de modo que las diversas técnicas que se expondrán se ilustrarán con casos reales concretos. A pesar de que el contenido matemático y estadístico de estas técnicas es muy importante y, en ocasiones, complejo, se tratará en todo momento de que los conceptos se asimilen y comprendan, llegando al detalle matemático solo hasta donde resulte imprescindible para la comprensión de los conceptos.

Las técnicas expuestas en las clases de teoría se aplicarán a problemas reales mediante simulaciones con MATLAB, tanto en las prácticas de laboratorio como en los ejercicios complementarios (continuación de las prácticas) a desarrollar individualmente por el estudiante en casa.

Finalmente, el estudiante deberá tratar en mayor profundidad un caso práctico concreto en el trabajo de asignatura, en el que desarrollará un caso real completo, y donde deberá no solo obtener unos resultados, sino interpretarlos de forma adecuada.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:** Clases presenciales teórico-aplicadas sobre Inteligencia Ambiental: biometría e interfaces hombre-maquina (21 horas presenciales). Se presentaran a los alumnos técnicas y sistemas básicos de interacción entre la persona y el entorno. Adicionalmente, se introducirán las técnicas biométricas que permiten la personalización del entorno así como el acceso seguro al mismo.

Tema 1. Introducción: Señales biométricas

Tema 2. Fundamentos del Reconocimiento de Patrones. Modelado y reconocimiento de señales temporales.

Tema 3. Interfaces orales: sistemas de dialogo hombre-maquina.

Tema 4. Interfaces visuales. Leguaje de signos, análisis de la expresión facial, reconocimiento de acciones humanas.

Tema 5. Métodos biométricos de reconocimiento personal.

Tema 6. Aplicaciones: personalización e inteligencia emocional

**2:** Tres sesiones prácticas sobre alguna técnica de identificación biométrica, desarrollo de interfaces orales y desarrollo de interfaces visuales. (3 horas presenciales y 9 no presenciales). Conjunto de sesiones presenciales de laboratorio que han de servir al estudiante para asimilar la metodología de trabajo y el entorno de programación, de forma previa a la realización individual de su Trabajo de Asignatura. Algunos ejercicios de la práctica quedan abiertos para que el estudiante los complete en su casa.

**3:** Trabajo de asignatura. Se realizará un trabajo relacionado con la inteligencia ambiental, donde el estudiante deberá mostrar el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura. Tiempo total de dedicación: 20 horas, no presencial.

**4:** Tutoría/evaluación: Atención directa al estudiante. Identificación de problemas de aprendizaje. Orientación en la asignatura. Se evalúan tanto las habilidades aprendidas como las destrezas que se han desarrollado, así como las deficiencias en el resto de las actividades formativas. En el caso de seguir detectando deficiencias se aportan actividades complementarias.

**5:**

Finalmente, las 75 h (3ECTS) de la asignatura se completan con las correspondientes al examen de la asignatura (2h) y su preparación (20h distribuidas de manera continuada durante el bimestre).

## **Planificación y calendario**

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

En la página web del Máster en Ingeniería Biomédica aparecerá publicado el calendario de sesiones presenciales y de presentación de trabajos.

[http://i3a.unizar.es/postgrado/index\\_master.php](http://i3a.unizar.es/postgrado/index_master.php)

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



# Master en Ingeniería Biomédica 62730 - TICIB-Modelos y sistemas de control fisiológico

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

## Información básica

---

### Profesores

**Luis Enrique Montano Gella** montano@unizar.es

**Raquel Bailón Luesma** rbailon@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

### Actividades y fechas clave de la asignatura

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

**1:**

- Es capaz de realizar modelos sencillos de sistemas fisiológicos (cardiovascular, respiratorio, musculo-esquelético, glucosa-insulina, nervioso autónomo, etc).
- Es capaz de analizarlos con las técnicas generales de análisis de sistemas continuos, relacionando su comportamiento con el sistema fisiológico concreto de que se trate.
- Es capaz de interpretar la influencia de la variación de parámetros del modelos y relacionarla con la variación del comportamiento del sistema fisiológico real
- Es capaz de comprender y analizar los mecanismos de control fisiológico del cuerpo y relacionarlos con los mecanismos de control de sistemas aprendidos.
- Es capaz de diseñar controladores artificiales sencillos para control de parámetros fisiológicos.
- Es capaz de simular modelos sencillos de sistemas fisiológicos.
- Es capaz de comprender el funcionamiento y necesidad de los mecanismos de control que regulan la homeostasis interna del cuerpo ante determinadas perturbaciones.



- Es capaz de aplicar las técnicas de identificación de sistemas al análisis de sistemas fisiológicos concretos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Diversas técnicas de diagnóstico médico e innovación terapéutica, así como el control de dispositivos para regular procesos fisiológicos se basan en el modelado y el control de sistemas dinámicos. En la asignatura se presentarán técnicas de modelado y análisis de sistemas dinámicos, base del modelado de sistemas fisiológicos hacia los cuales está dirigida la asignatura. Se abordarán también técnicas básicas de control de sistemas realimentados, que son la base del control de los propios procesos fisiológicos como de los dispositivos de control para dichos procesos. Finalmente se presentarán técnicas de identificación de sistemas y su aplicación a sistemas fisiológicos. Se analizarán diversos casos prácticos reales, utilizando herramientas de simulación y se presentarán diferentes dispositivos existentes en la actualidad utilizados para regular este tipo de sistemas

---

## 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 materia consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia, aunque sería útil tener conocimientos de teoría de sistemas, control automático y tratamiento de señales.

Se revisarán, en primer lugar, los fundamentos del modelado de sistemas dinámicos: ecuaciones diferenciales y función de transferencia. Se abordarán las técnicas básicas de análisis de sistemas dinámicos basadas en los modelos presentados: sistemas de primer, segundo orden y sistemas de orden superior, lugar de las raíces. Posteriormente se estudian técnicas de control de sistemas dinámicos, orientándolo a sistemas fisiológicos modelados en la primera parte. Finalmente se considerarán técnicas identificación,, aplicadas también a sistemas fisiológicos. Todas las técnicas anteriores se estudiarán con apoyo de herramientas de simulación de sistemas dinámicos, para ayuda al modelado, al análisis y al control. Se aplicarán todas las técnicas anteriores a diversos casos de estudio reales, tanto de modelado y análisis como al control de dispositivos específicos. Las prácticas se realizarán en Laboratorio utilizando las herramientas mencionadas y aplicándolas sobre casos prácticos.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretender posicionar las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, dispositivos, etc. El modelado, interpretación y análisis del funcionamiento de los órganos o sistemas que fisiológicos (cardíaco, neurológico, cerebral, etc.) así como el conocimiento de dispositivos existente o en estudio para el análisis y el control de su comportamiento es una parte importante de los contenidos de la Ingeniería Biomédica, cuyos contenidos se estudian en esta asignatura.

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

- 1:
  - Modelar sistemas fisiológicos utilizando herramientas formales
  - Analizar en comportamiento de sistemas fisiológicos, interpretándolos tanto en el dominio temporal como frecuencial.
  - Comprender los mecanismos de control fisiológico de algunos sistemas del cuerpo humano
  - Identificar experimentalmente modelos o parámetros de sistemas fisiológicos

- Hacer diseños simples de sistemas artificiales de control de parámetros fisiológicos

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

Los resultados de aprendizaje proporcionará la capacidad de modelar, analizar e interpretar el comportamiento de sistemas fisiológicos. Ello servirá para simular un comportamiento y analizar posibles deficiencia y en algunos casos sus causas. También proporcionará el conocimiento de dispositivos actuales o en estudio para la medida de parámetros fisiológicos, e interpretación de señales reales obtenidas experimentalmente. Además se adquirirán unos conocimientos sobre el diseño básico y funcionamiento de dispositivos de control de parámetros fisiológicos.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Prácticas de simulación en Laboratorio que se realizarán en el aula de informática durante el curso, utilizando herramientas de simulación, básicamente Matlab para resolver ejemplos prácticos. Se presentará una breve memoria con los resultados de la práctica, que se evaluará. Representará el 30% de la nota. Tiempo total de dedicación: 15 horas (3 en Laboratorio).
- 2:** Trabajos prácticos de aula que consistirán en la resolución en el aula de casos prácticos propuestos por el profesor, y resueltos en clase en grupo o grupos. Se evaluarán los resultados en base a las memorias presentadas por los alumnos y la presentación realizada. representará el 30% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 15 horas
- 3:** Un trabajo de investigación que consistirá en la preparación individual en profundidad de un trabajo sobre un tema de investigación de actualidad relacionado con la asignatura, que el alumno presentará en el aula. Se evaluarán los resultados y la presentación. Representará el 30% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 30 horas
- 4:** Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada serán evaluados mediante las actividades de evaluación 1, 2 y 3 y con un examen adicional. El examen supondrá el 60% de la nota final.

Las actividades 1, 2 y 3 deberán presentarse individualmente en este caso también oralmente, y representarán el 40% de la nota.

## **Criterios de evaluación**

### **Criterios de evaluación**

---

## **Actividades y recursos**

---

## **Presentación metodológica general**

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

La asignatura se orienta a la presentación de unos fundamentos teóricos sobre modelado, análisis, identificación y control de sistemas fisiológicos y otra parte marcadamente aplicada, casos reales concretos y dispositivos.

Los fundamentos teóricos se aplicarán a los casos prácticos y prácticas realizadas. El aprendizaje se basará en la asistencia activa a las clases impartidas por los profesores y en la resolución individual o en grupo de casos prácticos que se irán planteado progresivamente durante el curso.

## **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:** El curso abordará los siguientes temas. En cada uno se resolverán por parte del profesor ejercicios y casos prácticos, y los alumnos resolverán los ejercicios y casos prácticos planteados por el profesor para su resolución en la clase o para ser entregados la semana siguiente.

Tema 1 Modelado de sistemas dinámicos.

Tema 2 Análisis de sistemas dinámicos.

Tema 3 Sistemas realimentados.

Tema 4 Control de sistemas.

Tema 5 Identificación de sistemas.

Tema 6 Modelado y control de sistemas fisiológicos.

Tema 7 Dispositivos de control fisiológico.

Tema 8 Modelos y aplicaciones de diagnosis y terapéuticas.

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está planificada en el cuarto bimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 29 de marzo al 28 de mayo de 2010.

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los miércoles de 16 a 18 horas y los jueves de 16 a 17 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizarán en el aula informática del I3A y en algún caso en el L2.02 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

La memoria de las prácticas se podrá presentar hasta el día 21 de junio de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 9 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

Los trabajos prácticos se entregarán al finalizar cada tema.

La fecha de presentación oral y de la memoria del trabajo de investigación se acordará con los profesores dentro de la banda de exámenes.

## **Documentación de referencia**

### **Documentación de referencia**

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62731 - TICIB-Percepción y visión por computador

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

José María Martínez Montiel josemari@unizar.es

José Jesús Guerrero Campo jguerrer@unizar.es

Jesus Bermudez Cameo bermudez@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

---

### Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce la base geométrica y las técnicas de estimación robusta a partir de información imprecisa proporcionada por imágenes discretas o secuencias de imágenes. Se particulariza en los sensores de visión por ofrecer de forma natural grandes volúmenes de información con elevados niveles de redundancia espacial y temporal.
- 2:** Destreza en la implementaciones de algoritmos para percepción con visión, manejando herramientas de prototipado rápido. Empleo de software estándar en visión por computador y estimación tridimensional.
- 3:** Tiene capacidad para el autoaprendizaje mediante la lectura de artículos de investigación, donde se presentan los últimos avances en el campo de la visión por computador, buscando la aplicación al campo biomédico.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

Se presenta una serie de temas troncales de la visión por computador que son recurrentes en aplicaciones de ingeniería biomédica. Se estudian los fundamentos y las metodologías básicas para percibir información tridimensional y de movimiento, a partir de un conjunto de imágenes y todo ello de forma automatizada.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Aunque no se considera prerequisite resulta interesante cursar esta materia teniendo un conocimiento básico de procesamiento de imágenes, además de conocimientos básicos de informática.

Las clases de teoría aportan los fundamentos teóricos y pequeños ejercicios académicos. Las sesiones de laboratorio están orientadas a resolver problemas que utilizan como entrada imágenes reales mediante la programación utilizando herramientas software de visión por computador. Esta asignatura se complementa especialmente con materias como Tratamiento de imágenes médicas, Robótica médica, Captura de movimiento, y Reconocimiento de patrones.

Esta asignatura facilita la realización de Trabajos Fin de Máster que incluyan el manejo de sensores de visión.

---

## 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 correcta interacción de las máquinas con el entorno depende en última instancia de una adecuada percepción. El objetivo de la asignatura es la percepción computerizada a partir de grandes volúmenes de datos sensoriales que contienen redundancia espacial, redundancia temporal, imprecisión y datos espurios.

La visión por computador tiene un papel central en la asignatura porque representa de forma paradigmática un sensor de percepción del entorno. Adicionalmente el estado del conocimiento y de la técnica hacen de la visión un sensor muy competitivo en la percepción, con gran potencial y con aplicabilidad ya demostrada en aplicaciones de captura y análisis de movimiento, robótica médica, biometría, realidad aumentada, medición tridimensional a partir de imágenes y secuencias, determinación simultánea de mapa y movimiento del sensor o medicina forense entre otras.

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

Las imágenes proyectivas tienen una creciente aplicación en el campo biomédico debido a dos factores, por una parte la facilidad de adquisición y almacenamiento de imágenes y por otra la generalización del acceso endoscópico con cámara en el espectro visible.

Las técnicas de percepción y visión por computador son esenciales en numerosas aplicaciones del campo biomédico y se complementan con materias tales como Tratamiento de imágenes médicas, Robótica médica, Captura de movimiento, y Reconocimiento de patrones.

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

- 1:** Aplicar los fundamentos de la geometría de la visión por computador y de las técnicas de estimación para el diseño de cualquier sistema informatizado que emplee imágenes como fuente de información
- 2:** Comprender e interpretar con sentido crítico literatura científica e innovaciones tecnológicas que utilicen imágenes como sistema base de la percepción o de la medida.

- 3:** Concebir y desarrollar una actividad de investigación que requiera la utilización de imágenes o secuencias de imágenes como base de la percepción o de la medida.

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

La utilización de técnicas de percepción y visión por computador abre nuevas oportunidades en el campo de la ingeniería biomédica. Actualmente es un campo de investigación muy activo que requiere una formación especializada y que compagine los puntos de vista teórico, práctico y de investigación.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Breve examen de preguntas cortas o ejercicios conceptuales sobre los contenidos básicos del curso desarrollados en clase y en las prácticas del laboratorio. El alumno podrá utilizar el material que necesite. Con esta actividad se pretende evaluar el primero de los resultados de aprendizaje definidos. Valor relativo 33%
- 2:** Realización de las prácticas de laboratorio propuestas. En caso de no finalizar las mismas durante la sesión tutorada mostrando los resultados al profesor, se deberá entregar un breve informe de las mismas. También se tendrá en cuenta la participación y aportación del alumno durante las clases a modo de evaluación continua. Con esta actividad se pretende evaluar principalmente el segundo de los resultados de aprendizaje definidos y en parte también el primero. Valor relativo 33%
- 3:** Defensa oral en la sesión dedicada a ello de un artículo de investigación. El trabajo por defecto consistirá en la presentación de un trabajo relevante seleccionado de la literatura científica reciente. Se podrá considerar también la defensa de un trabajo de investigación propio relacionado con la asignatura. Con esta actividad se pretende evaluar principalmente el tercero de los resultados de aprendizaje definidos. Valor relativo 33%
- 

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

1. Presentación de los fundamentos teóricos bien establecidos de la visión por computador. Ejercicios sencillos para asentar los conocimientos teóricos.
2. Prácticas de laboratorio donde se adquiere destreza con los entornos de software habituales en visión por computador, resolviendo problemas sobre imágenes reales.
3. Lectura de avances recientes en la disciplina para fomentar el autoaprendizaje de nuevos conocimientos que se están generando continuamente en una disciplina en la que la investigación es muy activa.
4. Fomentar la incorporación de los resultados recientes de visión por computador en las tesis de máster de los estudiantes, mediante la lectura de artículos relevantes tanto para la investigación propia del estudiante como para los contenidos de la asignatura.

## **Actividades de aprendizaje programadas**

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

- 1:**
1. Formación de imágenes.
  2. Ajuste fotogramétrico.
  3. Estimación robusta.
  4. Geometría y emparejamiento multivista .
  5. Estimación tridimensional en secuencias de imágenes.
- 2:**
1. Reconstrucción fotogramétrica y calibración.
  2. Estimación de la geometría de dos vistas.
  3. Estimación robusta a espurios.
  4. Estimación simultánea de cámara y escena.

## **Planificación y calendario**

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

## **Información básica de referencia**

### **Bibliografía**

### **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>





## **Master en Ingeniería Biomédica 62732 - TICIB-Sistemas de información en medicina**

**Guía docente del curso 2013 - 2014**

**Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

**Santiago Miguel Velilla Marco** svelilla@unizar.es

**Eduardo Mena Nieto** emena@unizar.es

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

Alumnos interesados en técnicas de gestión de información.

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

Se anunciará en breve.

---

### **Inicio**

---

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

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

- 1:** Conoce los conceptos básicos sobre Bases de Datos y Sistemas de Información.
- 2:** Es capaz de realizar el diseño conceptual y las bases de datos relacionales correspondientes, para problemas sencillos de gestión de información.
- 3:** Es capaz de realizar consultas sencillas a una base de datos relacional utilizando el lenguaje estandar SQL.
- 4:** Conoce las tendencias actuales de gestión de información, más allá del uso de Bases de Datos, en entornos biomédicos, y el papel relevante que en ellos suelen tener las ontologías.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

La asignatura consta de 3 créditos ECTS, que representan 75 horas de trabajo del alumno, de las cuales 30 horas serán presenciales (teoría, problemas y laboratorio). Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al máster, para poder cursar esta materia no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado. La asignatura se desarrolla en dos bloques:

- 1) Conceptos básicos sobre Bases de Datos y Sistemas de Información.
- 2) Ontologías médicas e integración de datos biomédicos distribuidos.

---

## 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:

El objetivo de la asignatura es familiarizarse con las técnicas más utilizadas para gestión de información. Se conocerán los principios básicos del diseño de bases de datos relacionales, así como algunos otros aspectos más avanzados. Igualmente se sentarán las bases para describir semánticamente sistemas de información más complejos, compuestos de distintas fuentes de datos distribuidas en Internet.

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

El principal propósito de esta asignatura es proveer de conocimientos técnicos para la gestión de datos en entornos biomédicos. Dada la gran cantidad de información que es preciso manejar en este tipo de entornos (información de señales biomédicas, historiales médicos, diagnósticos y tratamientos, etc.), resulta especialmente útil unos mínimos conocimientos sobre la tecnología de Bases de Datos y otras técnicas avanzadas de acceso a información en distintos contextos (Web, etc.).

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

- 1: Comprender y manejar sistemas basados en Bases de Datos.
- 2: Analizar las necesidades de información de un sistema ante un problema dado.
- 3: Participar en el diseño y desarrollo de bases de datos y sistemas de información.
- 4: Decidir la conveniencia de utilizar técnicas avanzadas de gestión de sistemas de información utilizando descripciones semánticas.

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

La gestión de la información es una de las actividades de mayor importancia en cualquier entidad u organización. Una gestión inteligente y eficiente de los datos es algo vital hoy en día para el desarrollo de multitud de tipos de aplicaciones y servicios y, por tanto, resulta de gran importancia conocer y aplicar técnicas apropiadas para manejarlos.

Los conocimientos impartidos en este curso, centrados en el conocimientos de las técnicas básicas de diseño, creación y explotación de bases de datos, así como en la aplicación de técnicas basadas en la semántica de los datos a sistemas de

información biomédicos, no son sólo de una gran aplicación hoy en día, sino que se aprecia una tendencia cada vez mayor hacia dichas tecnologías por parte de empresas, investigadores, y todo tipo de organismos, privados y públicos.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

- 1:** Realización de los ejercicios prácticos, de complejidad reducida, planteados durante el curso y correspondientes a la aplicación de los conceptos presentados en las clases. (30% de la nota total)
- 2:** Realización y presentación de un trabajo práctico, dirigido por alguno de los profesores, que consistirá en el diseño e implementación de aspectos básicos de un problema sencillo de gestión de información. Más concretamente, el alumno, asistido por el profesor, propondrá un problema de gestión de información relacionado con la bioingeniería, realizará el diseño de la base de datos relacional correspondiente, e implementará un conjunto mínimo de operaciones de consulta a dicha base de datos. (30% de la nota total)
- 3:** Lectura y exposición oral de uno o más artículos de investigación que definan el estado del arte en alguno de los temas involucrados en la materia. Los artículos serán seleccionados por los profesores, considerando que la temática, además de versar sobre distintas técnicas de gestión de datos en entornos biomédicos, coincida con los intereses particulares de cada alumno. Cada exposición oral tendrá una duración de unos 20 minutos a la que asistirá el resto de alumnos y el profesor involucrado en el tema, que será quien la evalúe, realizará los comentarios y preguntas oportunas. (40% de la nota total)
- 4:** Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada también serán evaluados mediante las tres actividades de evaluación anteriores. Para la superación de la actividad 1, tendrán acceso a los ejercicios en clases, cuya resolución deberán presentar oralmente ante los profesores de la asignatura. Alternativamente, la actividad 1 se podrá sustituir, a petición del estudiante, por un examen consistente en la resolución de ejercicios, que deberá ser aprobado y tendrá el mismo valor en la nota final.

La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

1. La presentación de los contenidos de la asignatura en clases magistrales por parte de los profesores.
2. El estudio personal de la asignatura por parte de los alumnos y la presentación en clase de los ejercicios planteados.
3. El desarrollo de trabajos prácticos por parte de los alumnos, guiados por los profesores, que desarrollan los conocimientos teóricos.

Se debe tener en cuenta que, aunque la asignatura tiene una orientación fundamentalmente práctica, es necesario adquirir unos conocimientos teóricos previos. Por ello, el proceso de aprendizaje pone énfasis tanto en la asistencia del alumno a las clases magistrales y en el estudio individualizado, como en la realización de los ejercicios prácticos planteados. La lectura de algún artículo de investigación y su presentación y análisis en clase completarán el aprendizaje del alumno.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

1:

### **Bases de Datos (BD) Y Sistemas de Gestión de BD**

- Concepto de BD. Niveles de abstracción y Modelos de Datos.
- El Sistema de Gestión de Bases de Datos (SGBD)

2:

### **Nivel conceptual de una BD: El Modelo Entidad-Relación**

- Modelo Entidad-Relación. Diagramas E-R.
- Diseño de BD utilizando el modelo Entidad-Relación extendido.
- Aplicación al diseño de BD biomédicas.

3:

### **El Enfoque Relacional**

- El modelo Relacional.
- Lenguajes relacionales: SQL.
- Diseño de BD relacionales: Normalización.

4:

### **Conceptos avanzados de Bases de Datos**

- Integridad y Seguridad
- Recuperación y gestión de la concurrencia
- BD orientadas a Objetos

5:

### **Ontologías Médicas**

- Representación del conocimiento.
- Lenguajes para describir ontologías. Razonadores.
- Ejemplos de ontologías

6:

### **Integración de datos biomédicos distribuidos**

- Bases de datos distribuidas. Bases de datos federadas.
- Almacenes de datos. Minería de datos.
- Sistemas de información Web.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se planificará en breve.

## Documentos de referencia

### Documentos de referencia

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>

## Master en Ingeniería Biomédica 62733 - TICIB-Sistemas de telemedicina

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

**José García Moros** jogarmo@unizar.es

**Ignacio Martínez Ruíz** imr@unizar.es

**Alvaro Alesanco Iglesias** alesanco@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia, si bien es recomendable haber cursado la materia 62721 "Comunicaciones, redes y tratamiento de la información".

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Inicio de las clases: 30/03/2010

Entrega de trabajos: hasta el día 4 de junio de 2010 para la 1ª convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2010 para la 2ª convocatoria.

Examen: 4 de junio de 2010 a las 16:00 (1ª convocatoria) y 17 de septiembre de 2010 (2ª convocatoria).

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de identificar y analizar los aspectos básicos de los sistemas de telemedicina y e-Salud, incluyendo los requisitos técnicos, legales, etc.
- 2:** Es capaz de aplicar las bases metodológicas de evaluación en los servicios de telemedicina y e-Salud.

**3:** Es capaz de plantear propuestas de servicios y aplicaciones de telemedicina y e-Salud en diferentes ámbitos, escenarios y casos de uso.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El objetivo de la asignatura consiste en describir y analizar las principales **aplicaciones y servicios de telemedicina y e-Salud** existentes, profundizando en diferentes aspectos de los mismos: escenarios de uso, diseño, implantación y evaluación (desde un punto de vista clínico, técnico y económico), así como plantear el **diseño de nuevos servicios**.

En cuanto a los aspectos teóricos, la materia comienza con una introducción a los servicios de telemedicina, donde se describen los **fundamentos**, escenarios de uso, algunos aspectos legales y éticos, y las bases metodológicas de **evaluación**. En el núcleo central de la materia se presentan de forma exhaustiva diversos ejemplos de **servicios** y aplicaciones de telemedicina en diferentes áreas: sistemas de telemonitorización, telediagnóstico, teleasistencia, etc. en el ámbito de la cardiología, dermatología, encefalografía, retinografía, etc.

En cuanto a los aspectos prácticos, la materia incluye la descripción y visita a sistemas reales de telemedicina, el planteamiento y diseño de propuestas de proyectos de e-Salud, y se complementa con seminarios de especialistas involucrados en experiencias de servicios de e-Salud.

Es recomendable cursar la materia 62721 "Comunicaciones, redes y tratamiento de la información", dado que supone un complemento a la materia en aspectos de tipo tecnológico, especialmente aquellos relacionados con la estandarización e interoperabilidad.

Además, todos los años se invita a un profesor visitante que imparte un seminario sobre temas relacionados con la asignatura, y que permite superar los créditos de la asignatura "Seminario interdisciplinar". Se recomienda a todos los alumnos cursar dicho seminario, bien matriculándose en la asignatura, o bien como asistentes al mismo.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en las líneas de telemedicina y e-Salud.

---

## 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:

Se revisan, en primer lugar, los **conceptos fundamentales** de la telemedicina, como medio de proveer servicios médicos independientemente de la localización de los que ofrecen el servicio, los pacientes que lo reciben, y la información necesaria para la actividad asistencial. Se presenta la evolución histórica, los tipos de telemedicina, áreas de actuación y aplicaciones, así como los beneficios y obstáculos de implantación y los requisitos técnicos que conllevan.

Posteriormente se plantea el estado actual y perspectiva futura, los **retos** de la e-Salud y la normativa y legislación vigentes, de forma que se formalizan los fundamentos de este tipo de servicios y aplicaciones.

A continuación, se describen las bases metodológicas de **evaluación** de los servicios de telemedicina, como respuesta a las preguntas: ¿cuándo evaluar telemedicina? y ¿qué evaluar en telemedicina?. Se plantea cómo llevar a cabo un estudio de evaluación incluyendo las fases de análisis de viabilidad e impacto. El objetivo es que el estudiante sea capaz de utilizar Indicadores de calidad en telemedicina para plantear un **Plan de Evaluación** sobre un servicio de telemedicina y e-Salud.

La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un **abanico de servicios y aplicaciones de telemedicina y e-Salud** en diferentes áreas: sistemas de telemonitorización, teleecografía, telecardiología, teledermatología, teleencefalografía, etc.

Finalmente, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante conozca y sea capaz de **proponer nuevos servicios** y aplicaciones de telemedicina y e-Salud.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La ingeniería biomédica es un área de la ingeniería altamente multidisciplinar. Trata de dar solución a problemas de ingeniería que se plantean en el ámbito de la biología y medicina. Una parte importante de la ingeniería biomédica trata de explotar al máximo la utilización de las **Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones** como un medio de proveer **servicios médicos a distancia**, independientemente de la localización de los que ofrecen el servicio, los pacientes que lo reciben y la información intercambiada, es decir, lo que se conoce como telemedicina.

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

- 1:** Distinguir entre los diferentes tipos de servicios de telemedicina y e-Salud.
- 2:** Identificar y analizar aspectos básicos de los sistemas de telemedicina y e-Salud, incluyendo requisitos técnicos, legales, etc.
- 3:** Aplicar las bases metodológicas de evaluación en los servicios de telemedicina y e-Salud, desde el punto de vista de la viabilidad y el impacto de los mismos.
- 4:** Plantear propuestas de servicios y aplicaciones de telemedicina y e-Salud en diferentes ámbitos, escenarios y casos de uso.

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

Las capacidades y competencias desarrolladas en la asignatura son relevantes para un ingeniero biomédico, dado que los servicios y aplicaciones de telemedicina y e-Salud tienen una **gran proyección dentro de los sistemas de salud** nacionales e internacionales.

---

## 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: 2 horas): Examen teórico-práctico. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Habrá un examen en cada convocatoria.
- 2:** **Trabajo de asignatura.** Se realizará un trabajo consistente en la propuesta de un servicio o aplicación de telemedicina y e-Salud en algún ámbito específico. El estudiante mostrará el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 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 marcadamente aplicada, de modo que las metodologías descritas se presentan en todo momento mediante casos reales concretos y servicios reales. Tras una visión general, aplicada y práctica de los distintos aspectos de la asignatura, el estudiante ha de trabajar por sí solo un problema práctico, basado en un servicio o una aplicación real de telemedicina y e-Salud, en el que debe mostrar su capacidad para plantear propuestas innovadoras en diferentes ámbitos, escenarios y casos de uso.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:**

**Seminario de la asignatura.** Presencial (18 horas) y no presencial (32 horas, aprox.). Las clases magistrales participativas estarán apoyadas en diapositivas, y previamente a disposición de los alumnos. También se dispondrá de una serie de artículos relacionados con la materia de aquellos temas que se consideren necesarios. Se abordarán los siguientes temas:

- BLOQUE TEMÁTICO 1. INTRODUCCIÓN A LA TELEMEDICINA (3h teóricas). Conceptos básicos. Tipos de telemedicina. Áreas de actuación y aplicaciones. Beneficios y obstáculos de implantación. Aspectos técnicos. Estado actual y perspectiva futura. Los retos de la e-Salud. Normativa y Legislación.
- BLOQUE TEMÁTICO 2. EVALUACIÓN DE SERVICIOS (1h teórica). Viabilidad: ¿cuándo evaluar telemedicina?. Impacto: ¿qué evaluar en telemedicina?. Indicadores de calidad. Modelos y ejemplos de evaluación.
- BLOQUE TEMÁTICO 3. SERVICIOS Y APLICACIONES DE TELEMEDICINA (12h teóricas + 8h prácticas). Servicios genéricos de e-Salud. Servidor de procesado remoto de ECGs. Sistema de telemonitorización en entornos de emergencias médicas sobre UMTS. Sistema de teleecografía en redes móviles. Sistema de registro y gestión de ECGs para un servicio de telecardiología: aplicación en diversos escenarios. Aplicaciones para telediabetes. Telecardiólogo: el médico en casa. Teleecocardiografía. Aplicaciones para tele-EEG. Servicio de teledermatología. Plataforma de telemonitorización interoperable y basada en estándares extremo-a-extremo
- SEMINARIO TÉCNICO. Interoperabilidad y estandarización del Historial Clínico Electrónico, conforme al estándar europeo EN13606, y de dispositivos médicos personales, conforme al estándar europeo ISO/IEEE11073.

**2:**

**Sesiones prácticas.** Presencial (3 horas).

Conjunto de sesiones presenciales de laboratorio que han de servir al estudiante de toma de contacto con la metodología de trabajo y con las aplicaciones y servicios reales. En estas sesiones se presentarán experiencias de servicios de telemedicina y e-Salud probando su funcionamiento real, incluso con la participación de expertos médicos en el ámbito de aplicación del servicio.

**3:**

**Trabajo de asignatura.** Presencial (2 horas) y no presencial (20 horas, aprox.). Se realizará un trabajo consistente en la propuesta de un servicio o aplicación de telemedicina y e-Salud en algún ámbito específico que será expuesto durante una de las sesiones presenciales de la asignatura para poder ser valorado y discutido.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Esta asignatura está planificada en el cuarto cuatrimestre y consta de **sesiones presenciales y trabajos de asignatura**. El **examen** se realizará de acuerdo con el calendario previsto por el centro.

## Documentos de referencia



## **Documentos de referencia**

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62734 - TICIB-Técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Carlos Miguel Orrite Uruñuela** corrite@unizar.es

**Bonifacio Martín del Brio** bmb@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para cursar esta materia. Se requieren conocimientos básicos de MATLAB; asimismo, sería recomendable haber cursado previamente la materia TH-Bioestadística.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Se trata de una asignatura de 3er trimestre, que se desarrolla aproximadamente entre final de enero y final de marzo, en las fechas concretas que establezca la Escuela.

Las fechas de evaluación son también las establecidas oficialmente por la Escuela, normalmente la 1ª convocatoria tiene lugar en la segunda mitad de marzo y la 2ª convocatoria en septiembre.

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conoce y comprende los fundamentos del reconocimiento de patrones y de las redes neuronales artificiales.
- 2:** Conoce y comprende las características de las principales técnicas del reconocimiento de patrones clásico y las de técnicas modernas, como las basadas en redes neuronales artificiales y otras.
- 3:** Sabe aplicar las técnicas básicas de reconocimiento de patrones dentro del ámbito de la ingeniería biomédica,

distinguiendo cuál es la técnica más idónea en cada aplicación.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El objetivo de esta asignatura es realizar una introducción al reconocimiento y clasificación de patrones desde una perspectiva moderna y práctica, incluyendo tanto las técnicas clásicas como las basadas en redes neuronales artificiales y otras. El reconocimiento de patrones es una herramienta importante en numerosos campos de la ciencia y la técnica, como, por ejemplo, la visión por computador, el reconocimiento del habla, análisis de datos financieros, etc. El interés en el campo de la ingeniería biomédica es claro, puesto que se trata de un conjunto de herramientas aplicables tanto al tratamiento de imágenes como al análisis y clasificación de datos médicos, cuyo fin último es apoyar al profesional en la toma de decisiones.

Se trata de una asignatura optativa de la Especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica (TICIB), que consta de 3 créditos ECTS. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia. Se requieren conocimientos básicos de MATLAB y es recomendable haber cursado previamente la materia *TH-Bioestadística*. Se trata de una asignatura de tipo instrumental que complementa la asignatura *TICIB/BBIT-Tratamiento y análisis de señales biológicas*.

---

## 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:

En biomedicina el profesional trata con grandes bases de datos o imágenes, que contienen información útil, pero que hay que saber extraer. En esta asignatura se muestran las técnicas básicas del reconocimiento de patrones que permiten realizar estas tareas de extracción de información relevante de los datos disponibles.

En la primera parte del curso, tras una introducción general al tema, se exponen las técnicas clásicas de reconocimiento y clasificación de patrones más conocidas, incluyendo las paramétricas (bayesianas, discriminantes lineales...), no paramétricas (vecinos más próximos, árboles, reglas...) y, más brevemente, las sintácticas. En un tema diferenciado se tratan las diversas técnicas de extracción de características (PCA, LDA, ICA,...), aspecto fundamental en el éxito de un clasificador. Por último, se presentarán distintas técnicas de combinación de clasificadores dando lugar un sistema más robusto y al mismo tiempo, como solución al análisis de grandes volúmenes de información.

En una segunda parte se describen las técnicas basadas en redes neuronales artificiales. En primer lugar se realiza una introducción general a este campo, describiendo el paso de las neuronas biológicas a los modelos de redes neuronales artificiales, enfatizando su interés actual en la ingeniería. A continuación se describen las redes neuronales más útiles para reconocimiento de patrones, como las de aprendizaje supervisado (ADALINE, perceptron, MLP) y las de aprendizaje no supervisado utilizadas en agrupamiento (clustering). Posteriormente se tratan los modernos modelos kernel, donde destacan RBF y SVM (*Support Vector Machines*).

El objetivo último de esta asignatura es proporcionar al estudiante un conjunto de herramientas que pueda emplear en su vida profesional para obtener información clínica relevante de datos médicos, sabiendo distinguir la técnica más idónea en cada problema.

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

Una rama importante de la Ingeniería Biomédica aborda la manera de aprovechar las distintas fuentes de información procedente de los sistemas vivos para tomar decisiones o emprender acciones (diagnósticos, terapias, etc.) acordes con la información disponible. Dentro de esta rama es fundamental el tratamiento de señales biológicas (asignatura *TICIB/BBIT-Tratamiento y análisis de señales biológicas*), señales que se convierten en datos almacenados en un computador y que hay que analizar y procesar mediante las técnicas que se exponen en esta asignatura de *Reconocimiento de Patrones y Clasificación*.

Por lo tanto, esta asignatura está orientada a las técnicas que permiten reconocer patrones dentro de los datos capturados y su clasificación, para extraer una información útil para apoyar al profesional en diagnóstico, seguimiento, etc.

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

- 1:** Reconocer patrones dentro de los datos de origen biomédico.
- 2:** Aplicar las técnicas del reconocimiento de patrones y redes neuronales más idóneas en cada caso práctico.
- 3:** Diseñar un sistema de análisis y clasificación de datos, adecuado a la aplicación concreta.
- 4:** Analizar el rendimiento del sistema desarrollado.
- 5:** Aprender y aplicar de forma autónoma las nuevas técnicas de análisis y clasificación de patrones que periódicamente surgen en la literatura científica dentro de este dinámico campo.

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

Las técnicas del reconocimiento de patrones se aplican en numerosos campos de la ciencia y la técnica (reconocimiento del habla, visión por computador, análisis de datos, etc.). Centrándonos en el campo de la ingeniería biomédica, estas técnicas constituyen un conjunto de herramientas aplicables tanto al tratamiento de imágenes como al análisis y clasificación de datos médicos, cuyo fin último es aportar al profesional una ayuda a la toma de decisiones, de ahí su interés y relevancia en el contexto de esta titulación.

---

## **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. Examen tipo test con penalización por fallos. La calificación representará el **30%** de la nota final. Habrá un examen en cada convocatoria oficial. Tiempo total 2 horas, más 15h de trabajo personal del estudiante a lo largo del período docente
- 2:** Trabajo de Asignatura. Se realizará un trabajo de reconocimiento de patrones donde el estudiante deberá mostrar el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura. La calificación representará el **50%** de la nota final. Tiempo total de dedicación: 25 horas.
- 3:** Prácticas de laboratorio. Las prácticas de laboratorio desarrolladas en MATLAB se valorarán tanto en la propia sesión de laboratorio como a partir del guión de la práctica que el estudiante deberá entregar. La calificación de las prácticas representará el **20%** de la nota final.  
  
Tiempo total de dedicación: 3h presenciales (laboratorio), 4 horas de trabajo previo en casa (instalación del software y preparación de la práctica), 5 horas para confeccionar los guiones y completar posibles cuestiones adicionales.
- 4:**

El estudiante que no realice las prácticas en la sesión programada por el profesor deberá realizarlas por su cuenta y entregar los guiones en la fecha correspondiente al día del examen oficial; el profesor ese día le realizará una breve prueba oral para comprobar que realmente dicho estudiante ha realizado las prácticas y valorar su desempeño.

La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria

## **Criterios de evaluación**

**1:**

Se trata de una asignatura de 3er trimestre, que se desarrolla entre final de enero y final de marzo, aproximadamente, en las fechas concretas que establezca la Escuela.

Las sesiones presenciales tendrán lugar a razón de 3 horas semanales en el horario concreto establecido por la Escuela, normalmente entre final de enero y final de marzo.

Las sesiones prácticas se realizarán a mitad de febrero y a mitad de marzo, en los horarios que se acordarán en clase con los estudiantes matriculados.

Las fechas de evaluación son también las establecidas oficialmente por la Escuela, normalmente la 1ª convocatoria se realiza en la segunda mitad de marzo y la 2ª convocatoria en septiembre.

Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 15 de junio para el caso de la 1ª convocatoria y hasta el día 7 de septiembre para la 2ª convocatoria.

## **Bibliografía**

### **Documentos de referencia**

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

Esta asignatura tiene una orientación totalmente aplicada, de modo que las diversas técnicas que se expondrán se ilustrarán con casos reales concretos. A pesar de que el contenido matemático y estadístico de estas técnicas es muy importante y, en ocasiones, complejo, se tratará en todo momento de que los conceptos se asimilen y comprendan, llegando al detalle matemático solo hasta donde resulte imprescindible para la comprensión de los conceptos.

Las técnicas expuestas en las clases de teoría se aplicarán a problemas reales mediante simulaciones con MATLAB, tanto en las prácticas de laboratorio como en los ejercicios complementarios (continuación de las prácticas) a desarrollar individualmente por el estudiante en casa.

Finalmente, el estudiante deberá tratar en mayor profundidad un caso práctico concreto en el trabajo de asignatura, en el que desarrollará un caso real completo de reconocimiento de patrones, y donde deberá no solo obtener unos resultados, sino interpretarlos de forma adecuada.

### **Actividades de aprendizaje programadas**

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

**1:**

Clases presenciales teórico-aplicadas sobre Técnicas de Reconocimiento de Patrones y Redes Neuronales (21

horas presenciales). Se desarrolla la teoría de reconocimiento de patrones, ilustrando con ejemplos reales las diferentes técnicas existentes.

Tema 1. Introducción al reconocimiento de patrones: ejemplos

Tema 2. Fundamentos del Reconocimiento de Patrones

Tema 3 Reconocimiento de patrones mediante aprendizaje supervisado

Tema 4. Combinación de clasificadores.

Tema 5 Fundamentos de Redes Neuronales Artificiales

Tema 6 Modelos supervisados: Clasificadores lineales y perceptrón multicapa

Tema 7 Redes neuronales no supervisadas: SOM y algoritmos de agrupamiento

Tema 8. Modelos Kernel: RBF y SVM

- 2:** Sesiones prácticas sobre “Reconocimiento de patrones y redes neuronales”. (3 horas presenciales y 9 no presenciales). Conjunto de sesiones presenciales de laboratorio que han de servir al estudiante para asimilar la metodología de trabajo y el entorno de programación, de forma previa a la realización individual de su Trabajo de Asignatura. Algunos ejercicios de la práctica quedan abiertos para que el estudiante los complete en su casa.
- 3:** Trabajo de asignatura. Se realizará un trabajo de reconocimiento de patrones donde el estudiante deberá mostrar el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura. La calificación de esta prueba representará el 50% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas, no presencial.
- 4:** Finalmente, las 75 h (3ECTS) de la asignatura se completan con las correspondientes al examen de la asignatura (2h) y su preparación (20h distribuidas de manera continuada durante el bimestre).

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se trata de una asignatura de 3er trimestre, que se desarrolla entre final de enero y final de marzo, aproximadamente, en las fechas concretas que establezca la Escuela.

Las sesiones presenciales tendrán lugar a razón de 3 horas semanales en el horario concreto establecido por la Escuela, normalmente entre final de enero y final de marzo.

Las sesiones prácticas se realizarán a mitad de febrero y a mitad de marzo, en los horarios que se acordarán en clase con los estudiantes matriculados.

Las fechas de evaluación son también las establecidas oficialmente por la Escuela, normalmente la 1ª convocatoria se realiza en la segunda mitad de marzo y la 2ª convocatoria en septiembre.

Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 15 de junio para el caso de la 1ª convocatoria y hasta el día 7 de septiembre para la 2ª convocatoria.

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## **Master en Ingeniería Biomédica 62735 - BBIT/TICIB-Tecnologías de captación de imágenes médicas**

**Guía docente del curso 2013 - 2014**

**Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

**Francisco José Lázaro Osoro** osoro@unizar.es

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

Para cursar esta asignatura el alumno deberá disponer de conocimientos básicos acerca de la constitución de la materia y de la radiación, los cuales, en cualquier caso se entienden ya adquiridos en las titulaciones que dan acceso a este máster.

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

Inicio de clases: 01/02/2010

Entrega de trabajos: hasta el 31 de mayo para la primera convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

Examen: 25 de marzo de 2010 para la primera convocatoria.

---

### **Inicio**

---

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

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

- 1:** Es capaz de describir los fundamentos de carácter físico y químico en los que están basadas las técnicas más comunes de obtención de imágenes médicas.
- 2:** Es capaz de aportar una descripción de los equipos más comunes de obtención de imágenes médicas en aquellos aspectos que tienen que ver con la captación de la señal.
- 3:** Es capaz de relacionar las condiciones de observación y los datos de imagen obtenidos con la composición y constitución de la materia biológica observada mediante las técnicas más comunes de obtención de imágenes médicas.

# Introducción

## Breve presentación de la asignatura

La imagen médica constituye uno de los procedimientos más importantes de representación de la información tanto en el diagnóstico y tratamiento como en el estudio de los mecanismos de las enfermedades. Esta asignatura pretende familiarizar al estudiante con los fundamentos físicos y químicos en los que están basados los métodos más comunes de obtención de imágenes médicas.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que pertenece al módulo de Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica (TICIB). Para cursarla deben poseerse conocimientos básicos acerca de la constitución de la materia y de la radiación supuestamente incluidos en las titulaciones de acceso al máster.

Regularmente se invita a un profesor visitante para impartir un seminario de 10 horas sobre procedimientos de adquisición de imágenes biomédicas, y que permite superar los créditos de la asignatura "Seminario interdisciplinar". Se recomienda a todos los alumnos cursar dicho seminario, bien matriculándose en el Seminario interdisciplinar, o bien como asistentes al mismo.

Esta asignatura constituye un elemento de formación interesante para todos aquellos estudiantes que pretendan realizar un Proyecto Fin de Master que contemple la imagen médica.

---

## 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:

Conocer los principios de tipo físico y químico en los que se basan las tecnologías actuales de obtención de imágenes médicas, las cuales pretenden caracterizar, con información espacial, la composición y propiedades de los tejidos biológicos, con el fin último de auxiliar las labores de diagnóstico y el tratamiento e investigación de los mecanismos de las enfermedades. Excluyendo todo lo relativo al tratamiento de las imágenes obtenidas, objetivo de otras asignaturas del máster, se contemplarán especialmente en ésta los mecanismos de interacción de las ondas electromagnéticas y acústicas con la materia biológica y los procedimientos por los que de dichos experimentos pueden obtenerse datos espacialmente diferenciados acerca de la constitución de esta en los distintos tejidos y órganos. Se describirán las técnicas clínicas de más interés actualmente cubriendo distintas bandas del espectro de frecuencias, en particular ultrasonidos (Ecografía), radiofrecuencia (Resonancia Magnética), rayos X (Tomografía Computerizada) y rayos gamma (PET, SPECT).

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

La resolución de problemas en el ámbito biomédico, objetivo general de este máster, precisa de forma general de técnicas avanzadas de caracterización de los tejidos biológicos en general y del cuerpo humano en particular. En este contexto es fundamental la utilización, como fin o como medio, de imágenes médicas. En el momento presente existen múltiples técnicas de imagen (dotadas de información espacial) con variados grados de agresividad (utilización de radiaciones ionizantes vs no ionizantes) y también que ofrecen información muy diversa (información estructural, composicional, funcional, bioquímica).

Esta asignatura pretende cubrir la necesidad de conocer cuales son los datos realmente aportados por la técnica, sustentados en sus principios físicos y químicos, para de una forma crítica ser capaz de ofrecer al radiólogo o a cualquier otro profesional que haga uso de dichas imágenes una información fiable.

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

- 1: Discutir razonadamente acerca de los principios físicos y químicos en los que se basan las técnicas más comunes de adquisición de imágenes médicas.



- 2:** Ante una imagen médica y dadas las condiciones y parámetros de obtención, indicar la información estructural y composicional de la materia biológica que de ella se deriva.
- 3:** Dada una determinada técnica de captación de imagen, plantear las condiciones y parámetros de obtención más adecuados para conseguir unos determinados objetivos en la identificación de tipo estructural y composicional.
- 4:** Interpretar las prestaciones de aquellas técnicas de captación de imagen médica que, o bien sean nuevas, o bien constituyan mejoras de las existentes, en relación con las disponibles en la actualidad.
- 5:** Participar activamente en tomas de decisión de adquisición e instalación de equipos de obtención de imagen médica.

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

La capacidad para comprender la información que las distintas técnicas de captación de imágenes médicas ofrecen en lo referente a la composición, estructura y funcionalidad de los tejidos biológicos dota al titulado con este máster de Ingeniería Biomédica de una visión crítica acerca de un elemento, la imagen médica, con el que va a encontrarse con mucha frecuencia y para una gran mayoría de las funciones profesionales que, en este ámbito, pueda desempeñar.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Prueba objetiva con preguntas de varias opciones. Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba supondrá el 40 % de la nota final). Tiempo máximo disponible: 1 hora.
- 2:** Trabajo de la asignatura. Se realizará un trabajo sobre un tema de actualidad relacionado con el contenido de la asignatura y acordado entre el profesor y el alumno. De este trabajo se presentará un documento escrito de aproximadamente unas 15 páginas y una presentación oral ante el profesor y el alumnado de 10 minutos de duración a lo cual se sumará un tiempo mínimo de cinco minutos para la realización de preguntas por parte de los asistentes. Esta prueba constituirá el 40% de la nota final. Tiempo de dedicación: 20 horas.
- 3:** Pruebas objetivas intermedias. A lo largo del curso se realizarán al menos dos pruebas objetivas no presenciales que el alumno resolverá pudiendo utilizar todo tipo de recursos disponibles. La valoración de estos ejercicios constituirá el 20% de la nota final. Tiempo de dedicación: 5 horas.
- 4:** Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada, así como todos aquellos que lo deseen serán evaluados solamente mediante las pruebas 1 y 2. En ese caso la contribución a la nota final será del 60% para la prueba 1 y del 40% para la prueba 2.

### **Criterios de evaluación**

#### **Criterios de evaluación**

- 1:** Esta asignatura está prevista para el tercer bimestre del curso.

Las sesiones presenciales tendrán lugar en los horarios publicados en <http://www.masterib.es>

Los trabajos de la asignatura se presentarán hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el 6 de septiembre para la segunda convocatoria.

El examen se realizará en la fecha y hora publicados en <http://www.masterib.es>.

## Documentos de referencia

### Documentos de referencia

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

A partir de la información facilitada el estudiante se inicia en los principios básicos de la adquisición de imagen médica según las diferentes técnicas así como las prestaciones de cada una. A partir de este punto se ponen en la mano del estudiante los mecanismos para que pueda ampliar autónomamente esa información en los temas que se puedan seleccionar.

Por último el estudiante compara mediante ejercicios con imágenes reales las diferentes técnicas. Para ello se contempla tanto el tipo de información que cada técnica ofrece como el papel que juegan los distintos parámetros de adquisición.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:** Seminario sobre "Tecnologías de captación de imágenes médicas". Presencial (21 horas) y no presencial (7 horas).

Seminario teórico y de discusión acerca de las técnicas de obtención de imagen médica más comunes. Se describen los principios básicos y se recorre el trayecto desde éstos hasta la obtención de la imagen real. Asimismo se emplaza al estudiante a obtener información complementaria. Los temas que se abordan son los siguientes:

Tema 1 Imagen por ultrasonidos (Ecografía).

Tema 2 Imagen por Resonancia Magnética (MRI).

Tema 3 Técnicas de rayos X (Proyección y CT).

Tema 4 Técnicas de imagen de Medicina Nuclear (PET, SPECT).

A lo largo del seminario se propondrá a los estudiantes la realización de pruebas no presenciales que estarán directamente relacionadas con la temática contemplada en el mismo.

**2:**

Sesiones prácticas de discusión con imágenes reales acerca de la comparación de las diferentes técnicas y de la influencia de los parámetros de adquisición (3 horas).

**3:** Visita a instalaciones clínicas relacionadas con las técnicas de imagen objeto de la asignatura (duración aproximada 3 horas).

**4:** Elaboración de un documento escrito y una presentación (Trabajo de la Asignatura) en el que han de plantearse claramente los objetivos del trabajo, han de ponerse dichos objetivos en el contexto actual tanto clínico como científico y ha de aportarse una información crítica y original sobre un tema de actualidad relacionado con la asignatura. No presencial (20 horas aproximadamente). Producto final calificado con el 40%.

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está prevista para el tercer bimestre del curso.

Las sesiones presenciales tendrán lugar en los horarios publicados en <http://www.masterib.es>

Los trabajos de la asignatura se presentarán hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el 6 de septiembre para la segunda convocatoria.

El examen se realizará en la fecha y hora publicados en <http://www.masterib.es>.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:  
<http://titulaciones.unizar.es>



## **Master en Ingeniería Biomédica 62736 - TICIB-Tecnologías en Radioterapia**

**Guía docente del curso 2013 - 2014**

**Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

**Juan Manuel Artacho Terrer** jartacho@unizar.es

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

La comprensión de esta asignatura no exige disponer de conocimientos previos de la materia, por lo que no es requisito haber cursado previamente otras asignaturas del plan de estudios del máster. Aunque algunos contenidos de las asignaturas: Fundamentos del tratamiento de imagen ó Técnicas de visualización y representación científica pueden resultar útiles.

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

La asignatura se imparte en el cuarto bimestre del Máster.

Las fechas concretas de inicio y final de las clases y las convocatorias de exámenes se harán públicas con anterioridad al periodo de matrícula para el curso 2011-12 en la página web del Máster <http://www.masterib.es/> .

Las sesiones prácticas se desarrollarán en las salas de Informática del edificio Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), dentro del horario previsto y en fechas a concretar de acuerdo con los alumnos matriculados.

---

### **Inicio**

---

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

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

- 1:** Conoce los principios y fundamentos básicos de la radioterapia, así como los efectos biológicos de la radiación ionizante.
- 2:** Conoce las diferentes modalidades de radioterapia y comprende bien el significado físico de las especificaciones prescritas de dosis por el especialista médico en un tratamiento de cáncer.
- 3:** Es capaz de desarrollar un modelo de radiación que permita establecer un conjunto de relaciones analíticas

entre las intensidades suministradas por cada haz de radiación y la dosis que llega a cada punto del paciente.

- 4:** Es capaz de formular el problema de planificación de radioterapia en términos matemáticos e imponer ciertas restricciones sobre el mismo, haciendo uso para su resolución de técnicas adecuadas de optimización.
- 5:** Conoce los sistemas comerciales y las técnicas utilizadas para la modulación de la intensidad en los procesos de administración de la dosis, así como la problemática asociada.
- 6:** Adquiere el conocimiento práctico en el laboratorio, y es capaz de planificar un tratamiento sencillo de cáncer con radioterapia en algún caso real, sabiendo aplicar los conocimientos adquiridos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende proporcionar al estudiante una visión general de los principios básicos y técnicas utilizadas en radioterapia para el tratamiento del cáncer. Pretende asimismo contribuir en la formación general y capacidad investigadora del estudiante, con el ánimo de permitir extrapolar el conocimiento adquirido en esta asignatura a otras disciplinas biomédicas que involucren la planificación de tratamientos.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una asignatura optativa perteneciente al bloque de Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica (TICIB). La asignatura se imparte en el cuarto bimestre y para su realización el estudiante no precisa haber cursado ninguna de las materias contenidas en el resto de los módulos, aunque pueden resultar de interés algunos contenidos concretos de las asignaturas: Fundamentos del tratamiento de imagen, Técnicas de visualización y representación científica, que facilitan la verificación de los tratamientos mediante la visualización de los órganos afectados y la distribución de dosis obtenida.

---

## 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:

El objetivo global de la asignatura es que el estudiante adquiera la capacidad para formular y resolver problemas que faciliten el tratamiento de enfermedades, mediante la planificación previa de los mismos. En particular la asignatura se centra en la aplicación de radioterapia, formulando el problema en lenguaje matemático y desarrollando un conjunto de técnicas que facilitan la administración de los tratamientos. A este respecto es indicado señalar que la filosofía seguida en el planteamiento de la asignatura, facilita la generalización de las técnicas propuestas a otros ámbitos de trabajo.

En primer lugar se revisan los fundamentos y conceptos básicos de la radioterapia, para a continuación desarrollar modelos de radiación que permitan describir adecuadamente el comportamiento de la radiación en el interior del paciente. Con todo ello, se plantea el problema de planificación de tratamientos y se presentan las técnicas para su resolución. Como paso final, se abordan los procesos de administración de los tratamientos sobre el paciente destacando aquellos factores que determinan la calidad de los mismos.

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

El contexto en que se enmarca la asignatura es el de un Máster Multidisciplinar, por ello resulta de gran importancia conocer no sólo las herramientas que ayudan al diagnóstico y prevención médica, sino también de aquellas herramientas y técnicas que faciliten el tratamiento de diversas enfermedades. Hoy en día el cáncer es uno de los principales problemas médicos, su incidencia en los seres humanos lo convierte en una de las principales y más frecuentes causas de fallecimiento. Por ello, la oncología es una de las ramas de la medicina que mayores necesidades de investigación plantean en la actualidad, siendo la radioterapia una de las técnicas mayoritariamente usadas (casi en un 70% de los casos recibe tratamientos con

radioterapia).

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

- 1:**
- Comprender los fundamentos de la radioterapia, técnica que aprovecha los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes para el tratamiento de enfermedades relacionadas con el crecimiento anómalo de células como el cáncer.
  - Desarrollar modelos que permitan establecer una relación entre la dosis de radiación recibida por el paciente y la intensidad suministrada por un haz de radiación.
  - Aprender mediante el entendimiento conceptual a plantear en términos matemáticos las especificaciones concretas de dosis de un tratamiento y a formular el problema de la planificación de radioterapia.
  - Conocer los sistemas comerciales y las técnicas utilizadas para la modulación de la intensidad en los procesos de administración de la dosis.
  - Saber aplicar distintas técnicas en la planificación de los tratamientos con radioterapia y más concretamente en radioterapia de intensidad modulada.
  - Adquirir el conocimiento práctico, mediante la aplicación de los procedimientos desarrollados al objeto de realizar planificaciones de radioterapia en diversos pacientes afectados por cáncer.
  - Extrapolar el conocimiento propio de esta materia a otras aplicaciones biomédicas que requieran la planificación de otros tratamientos.

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

El desarrollo y evolución de la medicina actual exige la multidisciplinariedad de los equipos de investigación, siendo muy recomendable la colaboración conjunta entre otros profesionales de médicos, ingenieros biomédicos, físicos y matemáticos, al objeto de abordar los problemas actuales de nuestra sociedad en el entorno médico. En ese contexto multidisciplinar, la planificación de tratamientos en general exige la adecuada formulación del problema a resolver y su posterior resolución, por lo que las capacidades adquiridas en la asignatura serán de gran utilidad en ámbitos muy variados de trabajo.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:**
- AE1. Examen final de asignatura sobre contenidos y cuestiones.** En cada convocatoria se realizará un examen global de la asignatura que tiene por objeto valorar la adquisición y comprensión de los conocimientos, así como la capacidad para aplicarlo sobre casos prácticos. Este examen consta de dos bloques
- Examen de tipo test con opción múltiple y penalización por fallos
  - Examen de cuestiones (de respuesta abierta) donde el profesor planteará algún caso práctico por resolver y se valorará la madurez adquirida por el estudiante, de acuerdo al tipo de solución aportada para su resolución.
- La calificación de estas pruebas representará el 40% de la nota final de la asignatura, y su calificación deberá ser como mínimo de 5 puntos para superar la asignatura.

- 2:**
- AE2. Evaluación continua y contenidos de las prácticas.** Se valorarán los resultados, la implicación y la

actitud en las tareas de tipo participativo planteadas en horario presencial, suponiendo el 20% de la nota final.

- 3:** **AE3. Trabajo de la asignatura.** Se realizará un trabajo de libre elección, que deberá contar con la aprobación previa del profesor, basado tanto en la búsqueda y recopilación previa de información como en la elaboración de la misma de cara a plantear nuevas alternativas que puedan ser útiles en radioterapia. Opcionalmente, este trabajo podrá sustituirse por la elaboración de trabajos sobre el contenido de artículos científicos de reconocida valía en el campo objeto de interés. (40% de la nota final).

## Criterios de evaluación

La consecución de los resultados de aprendizaje por parte del estudiante se valorará conforme a los siguientes criterios:

Examen final de asignatura. En las preguntas de opción múltiple se valorará la corrección de la respuesta. Mientras que en las cuestiones se valorará principalmente el planteamiento de los mismos y el tipo de solución adoptada para resolver los problemas planteados.

Evaluación continua: Se valorarán las contribuciones realizadas tanto en las clases presenciales como no presenciales, valorando la capacidad de análisis para plantear y resolver un nuevo problema, así como el uso de argumentos de tipo científico debidamente justificados.

Trabajo de la asignatura: Se valorará la implicación e interés del estudiante, la adecuada búsqueda bibliografía y el proceso de selección de información, así como la labor de síntesis para concretar el trabajo. Por último se valorará también la capacidad crítica de los trabajos, mediante el uso de argumentos adecuados.

Trabajo relativo a prácticas. Se valorará la capacidad para establecer conclusiones, la comprensión de los contenidos y la madurez en la interpretación correcta de los resultados.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

La asignatura se presenta con un marcado enfoque práctico, se plantea desde un principio mediante la utilización de estrategias del Aprendizaje Basado en Problemas (PBL), de modo que en todo momento se plantea a los estudiantes la problemática existente, y en base a ella se buscan soluciones. En las clases teóricas presenciales se exponen los contenidos fundamentales de la asignatura y se presentan las diferentes técnicas que intervienen en los procesos de radioterapia. Mientras que las sesiones prácticas de laboratorio se invierten en el análisis de la problemática y resolución de diferentes tipos y casos reales de cáncer mediante simulación, al aplicar las técnicas presentadas en los contenidos teóricos.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

- 1:** Sesiones teóricas cuyos contenidos son: fundamentos de radioterapia, modelos de radiación y técnicas asociadas a los procesos de planificación y administración de radioterapia. A lo largo de estas sesiones el profesor expone el objetivo o problema a resolver, abriendo un breve turno de participación entre los estudiantes, generando así un espacio para el debate y reflexión, para a continuación desarrollar los contenidos organizados en las siguientes unidades temáticas.

Unidad 1. Introducción y conceptos generales sobre radioterapia: Tipos de radiaciones ionizantes, aplicaciones clínicas, radioterapia convencional y radioterapia de Intensidad Modulada, estado del arte, evolución actual y futura.

Unidad 2. Modelos de radiación: Estudio de la trayectoria de rayos, sistemas coordenados, modelos de radiación primaria y de Pencil Beam, implementación y desarrollo de los modelos.

Unidad 3. Planificación de radioterapia: Planteamiento matemático del problema, problemas inherentes a los procesos de planificación, histogramas dosis volumen, prescripciones de dosis, métodos de optimización multivariable, ejemplos de aplicación.

Unidad 4. Procesos de Administración de la dosis: Sistemas comerciales, tecnología de colimadores multiláminas, algoritmos de descomposición MLC, unidades de monitor y número de segmentos, dosimetría, ejemplos de aplicación sobre diversos tipos de cáncer.

Unidad 5. Braquiterapia: nociones generales, fases del tratamiento, tipos de implantes, distribución de la dosis, ejemplos.

**2:** Sesiones presenciales de laboratorio, que tienen por objeto la aplicación de las técnicas vistas en las sesiones teóricas. En estas sesiones se analizarán diversos tipos de cáncer reales, al objeto de obtener soluciones para los tratamientos con radioterapia. El objeto de las mismas es hacer participe del aprendizaje al estudiante (Aprendizaje basado en Problemas). Estas prácticas incluyen los siguientes contenidos:

Práctica 1. Modelos de radiación: tratamiento de volúmenes geométricos y parámetros.

Práctica 2. Planificación de radioterapia IMRT sobre pacientes reales con Cáncer.

Práctica 3. Procesos de administración de la dosis: Aplicación práctica.

**3:** Trabajo de la asignatura. Se facilitará al estudiante un conjunto de trabajos entre los que elegir para su posterior desarrollo, o alternativamente el propio estudiante podrá proponer algún trabajo distinto que cuente con la aprobación del profesor. La realización del mismo pretende fomentar tanto el espíritu crítico del estudiante como el espíritu investigador, mediante la exposición de argumentos fundamentados y el establecimiento de conclusiones.

**4:** Seminario sobre “aspectos clínicos de la radioterapia y dosimetría”, impartido por personal especializado en radiofísica hospitalaria que desempeñan su labor en centros clínicos, incluyendo, si fuera posible, la visita al servicio de radioterapia del hospital Clínico Universitario Lozano Blesa de Zaragoza.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

La asignatura se desarrolla a lo largo del cuarto bimestre, con 3 horas presenciales por semana, asignadas en el horario de Centro para los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

Se realizarán 3 sesiones prácticas de laboratorio de 2 horas de duración, que se realizarán en las salas establecidas al efecto mediante el uso de ordenadores y software específico durante las 3 semanas que anteceden a la última semana, debiendo entregar el informe de prácticas al concluir la asignatura y siempre antes de la realización del examen final.

El trabajo de la asignatura podrá entregarse como máximo diez días después de la realización del examen.

## Recursos para el aprendizaje

**1:** La consecución de los resultados de aprendizaje por parte del estudiante se valorará conforme a los siguientes criterios:

Examen final de asignatura. En las preguntas de opción múltiple se valorará la corrección de la respuesta. Mientras que en las cuestiones se valorará principalmente el planteamiento de los mismos y el tipo de solución adoptada para resolver los problemas planteados.

Evaluación continua: Se valorarán las contribuciones realizadas tanto en las clases presenciales como no presenciales, valorando la capacidad de análisis para plantear y resolver un nuevo problema, así como el uso



de argumentos de tipo científico debidamente justificados.

Trabajo de la asignatura: Se valorará la implicación e interés del estudiante, la adecuada búsqueda bibliográfica y el proceso de selección de información, así como la labor de síntesis para concretar el trabajo. Por último se valorará también la capacidad crítica de los trabajos, mediante el uso de argumentos adecuados.

Trabajo relativo a prácticas. Se valorará la capacidad para establecer conclusiones, la comprensión de los contenidos y la madurez en la interpretación correcta de los resultados.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



# Master en Ingeniería Biomédica 62737 - TICIB/BBIT-Robótica médica y control del movimiento

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

## Información básica

---

### Profesores

**Carlos Estrada Collado** cestrada@unizar.es

**Luis Enrique Montano Gella** montano@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

### Actividades y fechas clave de la asignatura

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:**
- Es capaz de modelar el movimiento de un manipulador robotizado, en particular para su aplicación al control de exoesqueletos
  - Comprende los mecanismos y técnicas de control del movimiento de dispositivos robotizados para ayuda a la movilidad
  - Es capaz de aplicar en simulación técnicas de control del movimiento de dispositivos robotizados, para diferentes objetivos de control, y analizar los resultados.
- 2:**
- Conoce diferentes dispositivos y las tecnologías utilizadas para ayuda a la movilidad y a la rehabilitación
  - Conoce diferentes aplicaciones de la robótica en Ingeniería Biomédica
- 3:**
- Conoce la tecnología de un BCI
  - Conoce las técnicas básicas de interpretación de señales cerebrales, en particular para control del

movimiento

- Conoce diversas aplicaciones de sistemas BCI a dispositivos robóticos para rehabilitación y ayuda a la movilidad.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

El objetivo es presentar la utilización de la Robótica en aplicaciones médicas y en dispositivos de ayuda a la movilidad. Se presentarán los conceptos básicos de la robótica de manipulación y la robótica móvil. Se estudiará la aplicación de la robótica móvil en vehículos para ayuda a la movilidad de discapacitados, en particular las sillas de ruedas robotizadas. Se presentarán diferentes aplicaciones de la Robótica en cirugía y órtesis y prótesis robotizadas para la movilidad de extremidades superiores e inferiores. Se estudiarán las interfaces cerebro-computador (BCI), centrándose en cómo se interpretan las señales cerebrales para transformarlas en órdenes de movimiento a diferentes dispositivos (sillas de ruedas, prótesis, etc.)

---

## 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 materia consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia. Es conveniente haber cursado alguna asignatura relacionada con conceptos básicos de visión por computador.

La asignatura presenta un amplio espectro de aplicaciones actuales de la robótica en ingeniería biomédica. Inicialmente se esbozan los conceptos básicos de la robótica, tanto de manipulación como móvil. Estos conceptos se refieren a modelado y control de sistemas robóticos, necesarios para la comprensión posterior de sus aplicaciones médicas. También se presenta su aplicación al modelado y control de exoesqueletos, prótesis y órtesis robotizadas. En la segunda parte se estudian sistemas robóticos, brazos articulados, y su aplicación en tareas de ayuda en intervenciones quirúrgicas, y se presentan sistemas reales utilizados actualmente. Otra vertiente de la aplicación de la robótica es el desarrollo de dispositivos de ayuda a la movilidad. En este campo se abordan los vehículos robotizados para personas discapacitadas y otros dispositivos derivados directamente de sistemas robóticos de manipulación como son la ortesis y prótesis robotizadas. En la tercera parte se presentan la interfaces cerebro-computador (BCI), cómo se interpretan las señales cerebrales para transformarlas en órdenes de movimiento a diferentes dispositivos (sillas de ruedas, prótesis, etc.)

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

Uno de los aspectos tratados en Ingeniería Biomédica son los dispositivos robotizados aplicados en Robótica médica y en sistemas de ayuda a la movilidad de extremidades o de dispositivos móviles robotizados. En la asignatura se estudian fundamentos de la robótica de manipulación y de la robótica móvil y su aplicación en Ingeniería biomédica a diferentes dispositivos y aplicaciones, desde la cirugía hasta las órtesis y las prótesis robotizadas.

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

- 1:**
- Comprender el funcionamiento básico de sistemas robóticos aplicados en Ingeniería Biomédica y conocer las tecnologías utilizadas.
  - Conocer distintas aplicaciones de la robótica para sistemas de ayuda a la movilidad y robótica médica
  - Conocer y saber analizar las señales fisiológicas, en particular las cerebrales para su aplicación al control del movimiento de dispositivos

- Conocer sistemas, aplicaciones actuales y potenciales aplicaciones futuras de la robótica en éste ámbito

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

La robótica es una de las disciplinas que va siendo crecientemente aplicada en Ingeniería Biomédica, en especial en sistemas robotizados para ayuda a la cirugía y en dispositivos para la rehabilitación de movimiento de extremidades que han perdido total o parcialmente la movilidad. En este último caso se utilizan para la rehabilitación o para la compensación funcional. El aprendizaje en esta asignatura permitirá al alumno conocer todos estos aspectos que son ya una realidad y que tienen un recorrido futuro muy amplio.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

- 1:** Trabajos prácticos de aula que consistirán en la resolución en el aula de casos prácticos propuestos por el profesor, y resueltos en clase en grupo o grupos. Se evaluarán los resultados en base a las memorias presentadas por los alumnos y la presentación realizada. Representará el 50% de la nota final. Tiempo de dedicación: 25 h.
- 2:** Un trabajo de investigación que consistirá en la preparación individual en profundidad de un trabajo sobre un tema de investigación de actualidad, que el alumno presentará en el aula. Se evaluarán los resultados y la presentación. Representará el 50% de la nota final. Tiempo de dedicación: 25 h.
- 3:** Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada serán evaluados mediante las actividades de evaluación 1 y 2 y con un examen adicional. El examen supondrá el 60% de la nota final.

Las actividades 1 y 2 deberán presentarse individualmente en este caso también oralmente, y representarán el 40% de la nota.

## **Criterios de evaluación**

### **Criterios de evaluación**

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

En el estudio de fundamentos de la robótica de manipulación y su aplicación a exoesqueletos (prótesis y órtesis robotizadas) y su control, fundamentos de la robótica móvil y su aplicación a dispositivos de ayuda a la movilidad (sillas de ruedas robotizadas), interfaces cerebro-computador para aplicación de señales cerebrales al control del movimientos de dispositivos, y diversas aplicaciones de la robótica en el ámbito de la robótica médica y dispositivos especiales.

Los fundamentos teóricos se aplicarán a los casos prácticos planteados. El aprendizaje se basará en la asistencia activa a las clases impartidas por los profesores y en la resolución individual o en grupo de casos prácticos que se irán planteado

progresivamente durante el curso.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:**

El temario de la asignatura es:

### **Parte 1. Robótica en Ingeniería Biomédica**

- Robótica de manipulación
- Estructura de los robots manipuladores
- Accionamientos y sensores
- Localización espacial
- Modelo geométrico
- Control del movimiento
- Robótica móvil aplicada a la movilidad
- Exoesqueletos. Prótesis/órtesis robotizadas

### **Parte 2. Aplicaciones en Ingeniería Biomédica**

- Robótica de rehabilitación
- Robótica ortopédica
- Sillas de ruedas robotizadas. Interfaces persona-máquina
- Otras aplicaciones

### **Parte 3. Brain Computer Interfaces BCI**

- Diseño de un BCI
- Aplicación al control de dispositivos robóticos de rehabilitación
- Sillas de ruedas
- Teleoperación
- Aplicación a sistemas de rehabilitación.

Estos conocimientos se impartirán en clase, con ayuda de soporte multimedia cuando sea necesario.

**2:**

Se presentarán casos prácticos y los alumnos tendrán que desarrollar ejercicios prácticos de aplicación, ayudados de las herramientas de simulación, para la implementación de las técnicas de generación de movimiento explicadas y el análisis de los resultados. Estos ejercicios serán evaluados

## Planificación y calendario

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

Esta asignatura está planificada en el cuarto bimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 29 de marzo al 28 de mayo de 2010.

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los lunes de 18 a 20 horas y los jueves de 19 a 20 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizarán en Laboratorio L1.06 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 21 de junio de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 9 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

## Documentación de referencia

### **Documentación de referencia**

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica

### 62738 - TICIB/BBIT-Tratamiento de imágenes médicas y sus aplicaciones

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

## Información básica

---

### Profesores

Salvador Olmos Gasso olmos@unizar.es

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Dependiendo de las titulaciones que dan acceso al master, será necesario o no el curso de fundamentos de tratamiento de imagenl. Aquellos alumnos que no tengan conocimientos básicos de análisis de imagen necesitarán haber cursado previamente la materia: TH-Fundamentos de tratamiento de imagen

### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 29/03/2010
  - Seminarios: martes (16-18h) y viernes (19-20h) lectivos desde el 29 de marzo hasta el 28 de mayo de 2010. Lugar: Seminario A21 (Edif. Ada-Byron, CPS)
  - Entrega y defensa oral de trabajos: hasta el día 10 de junio de 2010 para la primera convocatoria y hasta el 13 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.
  - Examen: 1 de junio de 2010 a las 16:00 (1ª conv.) y 14 de septiembre de 2010 a las 16:00(2ª conv.) en el seminario A21 (Edif. Ada Byron, CPS)
- 

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de distinguir las distintas modalidades de imagen médica (resonancia magnética, ultrasonidos, PET, SPECT, radiografías, etc.), sus diferentes ámbitos de aplicación y los fundamentos físicos de cada una de ellas.
- 2:** Será capaz de diseñar y proponer un diseño del procedimiento de registro (alineamiento) de imágenes médicas en una aplicación concreta, tales como, análisis de morfometría, construcción de un atlas de imagenes, corrección de artefactos de movimiento durante la adquisición, etc.
- 3:**

Dispone de criterios sólidos para escoger el tipo de transformación espacial o el tipo de regularizador en diferentes aplicaciones del registro (alineamiento) de imágenes médicas

- 4:** Es capaz de construir un modelo estadístico de la forma de una o varias estructuras anatómicas cuando se le proporciona un conjunto de instancias
- 5:** Es capaz de aplicar técnicas estadísticas, tanto de estudios de grupos como a nivel individual, a diferente tipos de características anatómicas: coordenadas de puntos anatómicos característicos, representaciones mediales de órganos, parámetros de transformaciones espaciales tanto globales como no lineales.
- 6:** Es capaz de aplicar metodologías de segmentación automática de estructuras anatómicas, así como seleccionar información a priori para dicha tarea de segmentación.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura tiene por finalidad de capacitar al alumno de unas destrezas y habilidades para el análisis cuantitativo de imágenes médicas.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que pertenecen tanto a la Especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica (TICIB), como a la Especialidad de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT).

Se recomienda que el alumno que la curse posea conocimientos básicos de fundamentos matemáticos, conocimientos básicos de análisis de imagen y análisis señales discretas. Por ello, si el alumno no dispone de estos conocimientos en la titulación de acceso al Máster, se aconseja cursar previamente las asignaturas "Fundamentos de Tratamiento de Señal" y "Fundamentos de Tratamiento de Imagen "(Asignatura de Tecnologías Horizontales (TH), (segundo bimestre).

Además, casi todos los años se invita a un profesor visitante que imparte un seminario de 10 horas sobre temas de procesado de señales biomédicas, y que permite superar los créditos de la asignatura "Seminario interdisciplinar". Se recomienda a todos los alumnos cursar dicho seminario, bien matriculándose en el Seminario interdisciplinar, o bien como asistentes al mismo.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en las líneas de investigación de análisis de imágenes médicas.

---

## 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:

El objetivo general de la asignatura es de introducir al alumno en el mundo del análisis cuantitativo de las imágenes médicas. Para ello se propone el estudio dos de los grandes problemas en el análisis de imágenes médicas con un gran potencial de aplicaciones, tanto en el ámbito clínico, como en el ámbito de la investigación: el registro (alineamiento) y la segmentación de imágenes médicas.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretende formar ingenieros con capacidad de diseñar, desarrollar y aplicar sus



conocimientos de ingeniería en el ámbito biomédico. El ámbito de aplicaciones es muy amplio. En lo que respecta a las posibles aplicaciones de las imágenes médicas cabe mencionar, estudios cuantitativos anatómico-funcionales de un determinado órgano del cuerpo a partir de imágenes médicas, extracción de información útil que ayude al diagnóstico y predicción de patologías, análisis de estudios longitudinales (series temporales) que permiten evaluar la eficacia de terapias o procesos evolutivos (neurodegeneración, crecimiento, envejecimiento, etc), dar soporte a herramientas de modelado físico (biomecánico, dinámica de fluidos), etc.

Esta asignatura ofrece una introducción a las principales metodologías de análisis de imágenes médicas que subyacen en las aplicaciones descritas en el párrafo anterior. Entre dichas metodologías cabe resaltar el registro no rígido (alineamiento) y la segmentación automática de imágenes médicas

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

### **1:**

1. Diseñar y aplicar metodologías para el análisis cuantitativo de imágenes médicas en aplicaciones concretas
2. Realizar estudios de morfometría para identificar las regiones de un órgano que presentan diferencias estadísticamente significativas entre dos poblaciones.
3. Realizar estudios individuales para extraer las características anatómicas a partir de imágenes médicas que ayudan al diagnóstico de determinadas patologías, o bien estén asociadas a variables clínicas, genéticas, conductuales.
4. Saber escoger y aplicar métodos de segmentación automática

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

Los resultados de aprendizaje que esta asignatura pretende conseguir en el alumno son de gran importancia ya que las imágenes médicas son actualmente una de las fuentes de información más completa y precisa del interior del cuerpo humano, tanto a nivel anatómico como a nivel funcional. Por tanto, ser capaz de extraer parámetros cuantitativos a partir de dichas imágenes permite desarrollar herramientas de ayuda al diagnóstico, seguimiento de la evolución del paciente durante un tratamiento, evaluar la eficacia de terapias, proveer información anatómica para modelado biofísico y biomecánico de órganos, soporte y ayuda a las intervenciones mínimamente invasivas, etc.

---

## **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 compuesto de dos partes (tiempo disponible: 2 horas):

- Examen de mínimos, tipo test (opción múltiple con penalización por fallos). Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.
- Examen de problemas o cuestiones. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 20% de la nota final.

Habrà un examen en cada convocatoria.

##### **2:**

Trabajo de Asignatura. Se realizará un trabajo de programación en MATLAB, análisis y estudio de métodos de análisis de imágenes médicas sobre un conjunto de imágenes que se proporcionarán. El estudiante mostrarà el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará

interpretaciones de los resultados.

El trabajo se presentará de forma oral e individual con ordenador.

La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.

## Material docente

### Bibliografía

---

## 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 marcadamente aplicada, de modo que las técnicas de análisis de imagen estudiadas se ejemplificarán en todo momento con casos reales concretos. En ocasiones un mismo ejemplo de aplicación servirá para desarrollar distintas técnicas, con un orden de complejidad y prestaciones crecientes.

Tras una visión general, aplicada y práctica de las distintas técnicas, el estudiante ha de trabajar por sí solo un problema práctico, basado en una aplicación real, con imágenes médicas reales, en el que debe mostrar su capacidad para emplear las técnicas adecuadas al caso concreto, analizar e interpretar los resultados obtenidos y, en su caso, proponer mejoras a las técnicas o a los análisis propuestos inicialmente.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

##### 1: Seminario sobre “Análisis de imágenes médicas”.

Sesiones de seminarios teórico-prácticos y lecciones en las que se van introduciendo al alumno en los diferentes temas y se le encarga la realización de tareas prácticas concretas. Se abordarán los siguientes temas:

1. Tema 1: Introducción a las imágenes médicas. Fundamento físico de las diferentes modalidades de imagen. Contraste y resolución.
2. Registro o alineamiento de imágenes médicas.
3. Modelos estadísticos en imagen médica. Estudios de morfometría entre grupos de población. Estudios de clasificación y diagnóstico individual.
4. Segmentación automática de imágenes médicas.

##### 2: **Sesiones de prácticas en sala informática.** 3 horas. Presencial.

Conjunto de sesiones presenciales de laboratorio que han de servir al estudiante de toma de contacto con la metodología de trabajo y el entorno de programación, de forma previa a la realización individual de su Trabajo de Asignatura.

##### 3:

**Actividad de resolución y análisis de un problema concreto de análisis de imágenes médicas.** No presencial (20 horas, aprox.). Producto final calificado (40 % de la calificación final).

Trabajo individual del estudiante en el que ha de mostrar su capacidad de asimilación de los conceptos introducidos en las otras actividades, mediante la resolución y el análisis crítico de un problema concreto. En dicho problema se le requiere que partiendo de un conjunto de imágenes extraiga . Se valorará la capacidad del alumno para aportar soluciones o mejoras originales a dicho problema.

El trabajo resultante se evaluará a partir de una breve memoria de resultados y con una defensa oral y práctica con el ordenador, representando el 40 % de la nota final de la asignatura.

## **Planificación y calendario**

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

Esta asignatura está planificada en el cuarto bimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 29 de marzo al 28 de mayo de 2010.

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los martes de 16 a 18 horas y los viernes de 19 a 20 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Las sesiones prácticas se realizarán en la Sala Informática del I3A, ubicada en la sala 5.1.0.3 del Edificio I+D en el campus Río Ebro.

Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 10 de junio de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 13 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

El examen se realizará el martes 1 de junio de 2010 de 16-18 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

## **Bibliografía**

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>



## Master en Ingeniería Biomédica 62739 - TICIB/BBIT-Tratamiento y análisis de señales biológicas

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 - 1 , Cuatrimestre: 2 - 2 , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

**Pablo Laguna Lasaosa** laguna@unizar.es

**Luis Vicente Borrueal** lvicente@unizar.es

**Juan Pablo Martínez Cortes** jpmart@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Dependiendo de las titulaciones que dan acceso al master, será necesario o no el curso de fundamentos de procesado de señal. Aquellos alumnos que no tengan conocimientos básicos de procesado determinista de señal necesitarán haber cursado previamente la materia: *TH-Fundamentos de tratamiento de señal*

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: 01/02/2010
  - Sesiones prácticas: 1, 8 y 15 de marzo de 2010. Las sesiones serán de 1 hora y tendrán lugar a las 20:00 en el laboratorio L2.02.
  - Entrega de trabajos: hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.
  - Examen: 24 de marzo de 2010 a las 18:00 (1ª conv.) y 8 de septiembre de 2010 (2ª conv.).
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de interpretar una señal biomédica y relacionarla con el fenómeno fisiológico subyacente, neural o muscular.
- 2:** Es capaz de resolver el problema de acondicionamiento de señales biomédicas en el marco del filtrado lineal invariante y variante, con las restricciones que impone no deformar la información útil presente en las

señales.

- 3:** Es capaz de resolver problemas de detección o de estimación de parámetros clínicos de interés, planteándolos de forma óptima en el marco de la teoría de detección/estimación y, usando, en su caso, técnicas de estimación espectral y de análisis tiempo-frecuencia.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura pretende dotar al estudiante de un conjunto de herramientas de tratamiento estadístico de señales, para que siendo consciente de sus posibilidades y limitaciones, pueda emplearlas correctamente para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que pertenecen tanto a la Especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica (TICIB), como a la Especialidad de Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (BBIT). Para cursarla deben poseerse conocimientos básicos de señales y sistemas discretos. Por ello, si no se han adquirido estos conocimientos en la titulación de acceso al Máster, debe cursarse previamente la asignatura "Fundamentos de Tratamiento de Señal" (Asignatura de Tecnologías Horizontales (TH), segundo bimestre).

Para los alumnos que quieran cursar la especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica, y tengan interés en el Procesado de Señales Biomédicas, esta asignatura puede complementarse con "Técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación", que se cursa simultáneamente. Mediante la asignatura "Instrumentación y electroterapia médicas" puede alcanzarse un conocimiento más amplio de los equipos de captación de señales.

Además, todos los años se invita a un profesor visitante que imparte un seminario de 10 horas sobre temas de procesado de señales biomédicas, y que permite superar los créditos de la asignatura "Seminario interdisciplinar". Se recomienda a todos los alumnos cursar dicho seminario, bien matriculándose en el Seminario interdisciplinar, o bien como asistentes al mismo.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en las líneas de procesado de señales biomédicas.

---

## 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:

Se revisan, en primer lugar, los orígenes eléctricos de las señales bioeléctricas, y cómo relacionar estas señales, generalmente en la superficie del cuerpo, con su origen a nivel celular. Se describen los diferentes campos de aplicación de las señales biomédicas sobre el ECG, EEG, EP y EMG, presentando los objetivos clínicos del tratamiento de cada uno de los tipos de señales. Con estos objetivos en mente se presentan técnicas de tratamiento estadístico de señal tanto para detección como para estimación en cada dominio de aplicación. Se introducen los estimadores óptimos, el filtrado adaptativo, representaciones ortogonales y tiempo frecuencia (en particular wavelets).

La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un abanico de técnicas de procesado estadístico de señales biomédicas, y ser capaz de utilizarlas para obtener información clínica de las señales, teniendo en cuenta las particularidades de cada caso y tipo de señal, así como las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante comprenda y sepa utilizar un conjunto de herramientas de tratamiento estadístico de señales para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

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

La titulación de Ingeniería Biomédica pretende posicionar las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, etc. Para ello, una parte importante de la Ingeniería trata de explotar al máximo las distintas fuentes de información que emanan de los sistemas vivos para, basándose en ella, tomar subsecuentes acciones y/o decisiones. Las señales biomédicas, y más en concreto bio-eléctricas, son una fuente rica en información sobre los órganos o sistemas que las generan (cardíaco, neurológico, etc.). Esta asignatura pone al servicio de los profesionales las técnicas tanto deterministas como estadísticas de tratamiento y detección de eventos en señales discretas, para su uso sobre señales biomédicas en los contextos biomédicos donde estas señales puedan tener algún interés.

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

- 1:** Interpretar las señales de origen bioeléctrico, adquiridas tanto de forma no invasiva como invasiva.
- 2:** Diseñar las acciones necesarias para mejorar la calidad de señales adquiridas, teniendo en cuenta las características originales de estas señales y los requisitos del procesamiento posterior.
- 3:** Realizar modelos matemáticos realistas de las señales bioeléctricas que permitan su posterior análisis mediante la aplicación de técnicas estadísticas.
- 4:** Diseñar sistemas de estimación de parámetros de interés en las señales biomédicas.
- 5:** Aplicar técnicas de estimación espectral y tiempo-frecuencia para analizar las señales bioeléctricas adquiridas.
- 6:** Diseñar sistemas de detección de fenómenos relevantes en las señales biomédicas.

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

La capacidad para interpretar señales de origen bioeléctrico, diseñar sistemas de mejora de la calidad de las señales, para modelar las mismas y aplicar las técnicas de estimación y detección estudiadas son relevantes para un Ingeniero Biomédico, ya que se encontrará previsiblemente con problemas de adquisición, filtrado, interpretación, automatización en un amplio número de contextos en entornos diagnósticos, terapéuticos, de seguimiento, etc.

---

## **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 compuesto de dos partes (tiempo disponible: 2 horas):
  - 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 40% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.
  - Examen de problemas o cuestiones. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 20% de la nota final.

Habrà un examen en cada convocatoria.

- 2:** Trabajo de Asignatura. Se realizará un trabajo de programación, análisis y estudio de métodos de procesamiento

de señales biomédicas sobre un conjunto de señales que se proporcionarán. El estudiante mostrará el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará interpretaciones de los resultados. La calificación de esta prueba representará el 30% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.

- 3:** Hojas de ejercicios entregables: Se propondrán a lo largo del curso hojas de ejercicios entregables que los estudiantes podrán entregar voluntariamente al profesor durante la semana siguiente. Los ejercicios podrán ser cuestiones cortas, demostraciones, problemas o ejercicios prácticos a realizar en Matlab. La calificación de estos ejercicios representará el 10% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 8 horas.
- 4:** Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada, así como aquellos presenciales que así lo deseen, serán evaluados mediante las actividades de evaluación 1 y 2. En este caso, los porcentajes correspondientes a cada apartado serán: 1.a) 40%, 1.b) 30%, y 2) 30%.

La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria

## Criterios de evaluación

### Criterios de evaluación

## Documentos de referencia

### Documentos de referencia

---

## 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 marcadamente aplicada, de modo que las técnicas de tratamiento estadístico de señales que se presentan se ejemplificarán en todo momento con casos reales concretos. En ocasiones un mismo ejemplo de aplicación servirá para desarrollar distintas técnicas, con un orden de complejidad y prestaciones crecientes.

Tras una visión general, aplicada y práctica de las distintas técnicas, el estudiante ha de trabajar por sí solo un problema práctico, basado en una aplicación real, con señales bioeléctricas reales, en el que debe mostrar su capacidad para emplear las técnicas adecuadas al caso concreto, analizar e interpretar los resultados obtenidos y, en su caso, proponer mejoras a las técnicas o a los análisis propuestos inicialmente.

## Actividades de aprendizaje programadas

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

- 1:** Seminario sobre "Fundamentos de tratamiento y análisis de señales biomédicas". Presencial (21 horas) y no presencial (7 horas, aprox.). Algunos productos finales calificados.

Seminario teórico y de análisis en el que se van repasando los principios del tratamiento de señal aplicado a señales bioeléctricas (ECG, EEG, EP, EMG): origen de las señales, objetivos clínicos, técnicas de tratamiento estadístico de señal aplicadas al acondicionamiento de las señales y técnicas de detección y estimación de parámetros de interés. Los diferentes conceptos se ilustran con casos prácticos y se analizan las posibles soluciones, en orden creciente de complejidad y prestaciones. Se abordarán los siguientes temas:

Tema 1. Origen de las señales bioeléctricas.

Tema 2. Objetivos en procesado de señales bioeléctricas.

Tema 3. Técnicas básicas de filtrado y estimación.

Tema 4. Técnicas de tratamiento estadístico aplicadas al acondicionamiento de señales.

Tema 5. Teoría de la detección: fundamentos y aplicaciones.

Tema 6. Teoría de la estimación: fundamentos y aplicaciones.

Tema 7. Codificación y representación tiempo-frecuencia.

A lo largo del seminario se propondrá a los estudiantes la realización y entrega voluntaria de hojas de ejercicios relacionados directamente con las técnicas presentadas. Estos ejercicios pueden trabajarse en grupo o de forma individual.

**2:** Sesiones prácticas sobre “Estimación espectral y representación tiempo-frecuencia”. 3 horas. Presencial.

Conjunto de sesiones presenciales de laboratorio que han de servir al estudiante de toma de contacto con la metodología de trabajo y el entorno de programación, de forma previa a la realización individual de su Trabajo de Asignatura.

**3:** Actividad de resolución y análisis de un problema concreto de tratamiento estadístico de señales bioeléctricas, incluyendo la detección y/o estimación de parámetros clínicos de interés. No presencial (20 horas, aprox.). Producto final calificado (40 % de la calificación final).

Trabajo individual del estudiante en el que ha de mostrar su capacidad de asimilación de los conceptos introducidos en las otras actividades, mediante la resolución y el análisis crítico de un problema concreto de tratamiento estadístico de señales bioeléctricas. En dicho problema se le requiere que partiendo de un conjunto de señales grabadas realice la detección y/o estimación de determinados parámetros clínicos de interés. Se le sugieren unos métodos iniciales de abordar el problema, para que proponga mejoras y soluciones personales al problema. El trabajo resultante ha de entregarse y es evaluado y calificado, representando el 40 % de la nota final de la asignatura.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Esta asignatura está planificada en el tercer bimestre, que en el curso 2009-2010 se extiende del 1 de febrero al 19 de marzo de 2010.

Las sesiones presenciales tendrán lugar de forma general los lunes de 19 a 20 horas y los miércoles de 18 a 20 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro. Las fechas concretas son: 1, 3, 8, 10, 15, 17, 22 y 24 de febrero, 1, 3, 8, 10, 15 y 17 de marzo de 2010.

Las sesiones prácticas se realizarán los días 1, 8 y 15 de marzo de 2010 de 20 a 21 horas en el laboratorio L2.02 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

Los Trabajos de Asignatura se podrán presentar hasta el día 31 de mayo de 2010 para la primera convocatoria y hasta el día 6 de septiembre de 2010 para la segunda convocatoria.

El examen se realizará el 24 de marzo de 2010 a las 18 horas, en el seminario A.21 del edificio Ada Byron en el campus Río Ebro.

## Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:

<http://titulaciones.unizar.es>





## Master en Ingeniería Biomédica 62786 - Trabajo fin de Máster

Guía docente del curso 2013 - 2014

Curso: 1 , Cuatrimestre: 2 , Créditos: 15.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

No están disponibles estos datos.

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura es la que constituye el colofón de la titulación. Consiste en la elaboración de un trabajo extenso sobre un tema concreto (Trabajo fin de Master). El estudiante habrá de seleccionar un tema de entre los ofertados (ver [www.masterib.es](http://www.masterib.es)) o proponer uno el mismo junto a un profesor ponente. La asignatura no tiene parte presencial, por lo que puede iniciarse en cualquier momento durante el transcurso del master, si bien es más recomendable su inicio en la segunda mitad del programa cuando ya se tiene una idea más clara de los posibles temas a escoger.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

El trabajo fin de máster consta de 15 Créditos ECTS de los cuales al menos 3 habrán de ser realizados en contacto con un entorno clínico o empresarial. De esta forma se pretende garantizar que el trabajo este expuesto a la transferencia real entre al menos dos de los tres agentes involucrados en esta disciplina multidisciplinar (centros de investigación, centros clínicos, centros empresariales). esta actividad de relación inter-dominios debe quedar raramente plasmada y cuantificada en la memoria del trabajo fin de máster.

Las fecha clave, son:

- La elección e inicio del trabajo, que queda a la elección del estudiante.
- Su defensa, que será en alguna de las dos convocatorias (Febrero o Septiembre, ver [www.masterib.es](http://www.masterib.es)) y que se llevara a cabo una vez se haya cursado y superado el resto de créditos de la titulación. A este respecto mencionar que puede resultar interesante planificar cuidadosamente cuando se prevé la defensa del proyecto, a fin de evitarse el coste de la matrícula si finalmente no se prevé estar en condiciones de defender el trabajo en alguna de las convocatorias de ese curso académico.

#### Profesorado

---

#### Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de acotar un problema de Ingeniería Biomédica y diseñar un proyecto para resolverlo.
- 2:** Es capaz de buscar documentación en el estado del arte respecto al proyecto que ha de resolver y con ello planificar las acciones para llevar a cabo el proyecto en el entorno biomédico
- 3:** Es capaz de ejecutar la planificación del proyecto, y resolver las contingencias que en el desarrollo puedan salir.
- 4:** Es capaz de interactuar con terceras partes (clínica o empresarial) y adaptar el desarrollo del proyecto en función del interés global y objetivo final del proyecto
- 5:** Es capaz de plasmar el desarrollo del proyecto y los resultados obtenidos en una memoria que presente tanto la metodología, como resultados, y fundamentalmente un análisis crítico de estos, haciendo que las aportaciones del proyecto queden claramente reflejadas, y puedan ser usadas por terceras personas potenciales usuarios de este.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura es la que constituye el colofón de la titulación. Consiste en la elaboración de un trabajo extenso sobre un tema concreto (Trabajo fin de Master). El estudiante habrá de seleccionar un tema de entre los ofertados (ver [www.masterib.es](http://www.masterib.es)) o proponer uno el mismo junto a un profesor ponente. La asignatura no tiene parte presencial, por lo que puede iniciarse en cualquier momento durante el transcurso del master, si bien es más recomendable su inicio en la segunda mitad del programa cuando ya se tiene una idea más clara de los posibles temas a escoger.

---

## 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:**

El objetivo es que el estudiante se ponga frente a un problema concreto y recorra todos los pasos necesarios para su resolución, desde la concepción hasta la elaboración, presentación de resultados, discusión, documentación en la memoria final y defensa pública. Junto a esto se lleva especial cuidado que este problema involucre a al menos dos de los actores que figuran en la práctica real para resolver problemas de ingeniería Biomédica, investigación y desarrollo, clínica y empresa.

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

El contexto es el de la maduración del estudiante en la parte final de la titulación, y centrándose en un problema concreto.

Es donde el estudiante podrá llevar a la práctica, y por tanto visualizar realmente la translación de las herramientas aprendidas a una situación que se encontrara posteriormente en el ejercicio de la profesión.

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

- 1:** Abordar problemas reales y ser capaz de diseñar posibles soluciones llevandolas a la practica y sorteando las dificultades que puedan aparecer en el camino.

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

Es una asignatura muy importante ya que es la que pondrá al estudiante en el camino de unir los conocimientos que ha adquirido con lo que habrá de hacer en el desarrollo de su profesión, llevarlos a la práctica integrando las restricciones y necesidades que en cada caso tenga el problema.

---

## **Evaluación**

### **Actividades de evaluación**

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

**1:**

La evaluación se lleva a cabo mediante la **defensa pública** del trabajo y de la memoria ante un tribunal según convocatoria a la que se da difusión en el [centro académico](#) y en [www.masterib.es](http://www.masterib.es).

La normativa genérica sobre los Trabajos Fin de Máster se encuentra [aquí](#), que está en vigor excepto en lo que se refiere a las bandas de defensa de los TFM. Merced a un cambio posterior, las bandas de defensa de los TFM que aplican a este año son: **diciembre** (solicitando el adelanto), **junio** y **septiembre**. Dicha modificación se encuentra [aquí](#).

En [este documento](#) se encontrarán las instrucciones concretas para la presentación de un Trabajo fin de Máster.

El tribunal evaluador tendrá en cuenta los siguientes criterios:

A. Valoración del trabajo de ejecución (a partir del Informe del Director): 30%.

B. Planteamiento del trabajo: 10%. Se valorarán:

- Definición de objetivos y alcance
- Antecedentes y estado de la técnica
- Estudio de alternativas de solución propia
- Planificación de actividades (tiempos, costes, recursos, etc.)

C. Contenido científico-técnico: 30%. Se valorará (en función de lo que proceda por el tipo de proyecto):

- Claridad y lógica del desarrollo
- Cálculos
- Programas realizados (manual de programación y usuario)
- Análisis de resultados experimentales
- Actividades y análisis económico
- Conclusiones y propuestas de desarrollo futuro
- Bibliografía
- Anexos: Especificaciones, etc.

D. Resultados y trascendencia de la labor realizada: 10%. Se valorará

- Grado de consecución de los objetivos planteados
- Aplicaciones y utilidad pública, empresarial o universitaria
- Innovaciones planteadas
- Plan de explotación, estudio de mercado, etc.

E. Calidad de la presentación escrita. 10%. Se valorará:

- Organización y coherencia del contenido
- Redacción y comprensibilidad del texto
- Presentación gráfica

F. Calidad de la exposición pública: 10%. Se valorará:

- Presentación de objetivos
- Exposición de contenido
- Calidad de la presentación audiovisual
- Capacidad de respuesta a preguntas del tribunal

Los estudiantes disponen de un repositorio de [proyectos ofertados](#) por los profesores, así como un repositorio con todos los [proyecto defendidos en la máster](#) en formato PDF.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

Trabajo integrado en un laboratorio de investigación o centro de desarrollo en situación comparable al desarrollo de cualquier otro proyecto en Ingeniería Biomedica.

### Actividades de aprendizaje programadas

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

**1:** Facilitar el acceso a los grupos o centros de desarrollo para que algún tipo de trabajo pueda llevarse a cabo.

Una vez elegido el trabajo, propiciar que la colaboración con la parte clínica o empresarial pueda llevarse a cabo.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El trabajo fin de máster tiene la estructura de un trabajo tutorado, sin existir sesiones presenciales. Se dará acceso a los laboratorios necesarios para llevar a cabo el mismo.

La presentación del trabajo (una vez superados el resto de créditos) se realiza en una de las tres bandas estipuladas por la normativa: diciembre (solicitando el adelanto), junio y septiembre. La información sobre estas bandas y los plazos de presentación se encuentran [aquí](#).

## Recursos

### Recursos para el TFM

### Bibliografía

La información sobre la bibliografía es dinámica y se ofrece por la web de titulaciones:  
<http://titulaciones.unizar.es>