

## Estudios de Doctorado en Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Madrid

<b>Departamento Responsable</b>	TECNOLOGÍA FOTÓNICA. ETSIT Teléfono: 91-3367307 Fax: 91-3386828 e-mail: <a href="mailto:fpozo@gbt.tfo.upm.es">fpozo@gbt.tfo.upm.es</a>	<b>Código</b>
<b>Departamentos Participantes</b>	INGENIERÍA ELECTRÓNICA. ETSIT TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA. ETSIT INTELIGENCIA ARTIFICIAL. FI CIENCIAS DE MATERIALES. ETSICCP MECÁNICA DE MEDIOS CONTÍNUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS. ETSICCP INGENIERÍA Y CIENCIA DE LOS MATERIALES. ETSII MECÁNICA ESTRUCTURAL Y CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES. ETSII INGENIERÍA MECÁNICA Y FABRICACIÓN. ETSII	
<b>Estudios</b>	INGENIERIA BIOMEDICA	<b>Código</b>

<b>Coordinador</b>	D. Francisco del Pozo Guerrero
<b>Características generales de los Estudios</b>	Los Estudios han sido elaborados para capacitar a los doctorandos en las <u>teorías y metodologías</u> de mayor relevancia en los temas principales de investigación en Ingeniería Biomédica. Con especial énfasis en los <u>conocimientos básicos</u> implicados, de los que depende la calidad de una tesis doctoral; en las <u>actitudes de creación</u> , esenciales del oficio de investigador; y en el conocimiento del <u>estado del arte científico</u> de cada tema, con una visión anticipativa.

<b>Requisitos académicos previos para los alumnos</b>	
---	--

Haber realizado estudios de: Master Interuniversitario en Ingeniería Biomédica o del Master de Ingeniería de Telecomunicación, intensificación de Bioingeniería y Telemedicina. Para el resto de estudios de postgrado, la Comisión de Doctorado realizará una evaluación del currículum del solicitante de admisión, determinando los aspectos formativos necesarios para la realización de la tesis doctoral en estos estudios y, a su juicio, no demostrados en aquel. En virtud de esta evaluación la Comisión de Doctorado propondrá una lista de asignaturas extraída del catálogo de los estudios de postgrado citados anteriormente o, en su defecto, de un catálogo de los propios Estudios de Doctorado en Ingeniería Biomédica que los alumnos tendrán que realizar y superar antes de poder iniciar el desarrollo de la tesis doctoral. El actual catálogo de asignaturas disponibles en estos Estudios de Doctorado es el siguiente:

Código	Tipo	CURSO. PROFESOR/ES RESPONSABLES	Carácter	Créditos	Plazas ofrecidas
	F	<b>Introducción a la investigación en IB</b> Francisco del Pozo Guerrero (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	<b>Telemedicina</b> Francisco del Pozo Guerrero, M <sup>a</sup> Teresa Arredondo Waldmeyer, M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	<b>Sistemas de Ayuda a la Decisión en Medicina</b> M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	<b>Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social</b> María Teresa Arredondo (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	<b>Informática Biomédica</b> Victor Maojo (Dpt. Inteligencia Artificial. FI)	OP	4	S.L.
	F	<b>Tecnologías y Procesamiento de Imágenes Biomédicas</b> Enrique J. Gómez Aguilera, M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	<b>Simulación y planificación quirúrgica</b> Enrique J. Gómez Aguilera (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	<b>Técnicas no invasivas de observación biológica</b> Andrés de Santos y Lleó, M <sup>a</sup> Jesus Ledesma (Dpto. Ingeniería Electrónica. ETSIT)	OP	3	S.L.

	F	<b>Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos</b> José Javier Serrano Olmedo (Dpto. Tecnología Electrónica. ETSIT) Enrique J. Gómez Aguilera (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	<b>Bioelectromagnetismo</b> Francisco del Pozo Guerrero (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	3	S.L.
	F	<b>Biofotónica</b> Ana P. González Marcos, Jose A. Martín Pereda, Paloma Rodríguez Horche (Dpto. Tecnología Fotónica. ETSIT)	OP	4	S.L.
	F	<b>Biomateriales y Materiales Biológicos</b> Manuel Elices Calafat y Gustavo V. Guinea Tortuero. (Dpto. Ciencias de Materiales. ETSICCP)	OP	3	20
	F	<b>Biomecánica</b> Emilio Bautista Paz, Pilar Lafont Morgado, Antonio Ros Felip, Rafael Claramunt Alonso Dpts: Mecánica Estructural y Construcciones Industriales. ETSII Ingeniería Mecánica y Fabricación. ETSII	OP	4	S.L.
	F	<b>Biomecánica de Tejidos Blandos</b> José M. Goicolea Ruigómez, Felipe Gabaldón Castillo (Dpto. Mecánica Medios Continuos y Teor Estructuras. ETSIC)	OP	3	20
	F	<b>Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro</b> Carlos Ranninger Rodríguez, Diego A. Moreno Gómez Dpto. Mecánica Estructural y Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Materiales. ETSII)	OP	3	25

### Líneas de investigación que orientan el desarrollo de las tesis doctorales, y profesores con experiencia investigadora acreditada que las dirigen.

Línea de investigación	Profesores	Nº Alumnos máximo
Estudios Avanzados en Telemedicina	Francisco del Pozo Guerrero, M <sup>a</sup> Teresa Arredondo Waldmeyer, M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez	6
Estudios Avanzados en Tecnologías para ayuda a la decisión en medicina	M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez	3
Estudios Avanzados en Informática Biomédica	Victor Maojo	3
Estudios avanzados en Realidad Virtual	María Teresa Arredondo	3
Estudios avanzados en sistemas de Inteligencia Ambiental	María Teresa Arredondo	3
Estudios Avanzados Bioinstrumentación	José Javier Serrano Olmedo, Enrique J. Gómez Aguilera	5
Estudios Avanzados Bioelectromagnetismo	Francisco del Pozo Guerrero	3
Estudios Avanzados en Biofotónica	Ana P. González Marcos, Jose A. Martín Pereda, Paloma Rodríguez Horche	6
Estudios Avanzados en Imágenes biomédicas	Enrique J. Gómez Aguilera, M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez	5
Técnicas no invasivas de observación biológica	Andrés de Santos y Lleó, M <sup>a</sup> Jesus Ledesma	5
Estudios Avanzados en simulación quirúrgica	Enrique J. Gómez Aguilera	3
Estudios Avanzados Biomateriales y Materiales Biológicos	Manuel Elices Calafat, Gustavo V. Guinea Tortuero,	5
Estudios Avanzados Biomecánica	Emilio Bautista Paz, Pilar Lafont Morgado, Antonio Ros Felip, Rafael Claramunt Alonso	6
Estudios Avanzados en Biomecánica de Tejidos Blandos	José M. Goicolea Ruigómez y Felipe Gabaldón Castillo	5
Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro	Carlos Ranninger Rodríguez y Diego A. Moreno Gómez	5

## 1.- Presentación del Programa de Doctorado

La **Ingeniería Biomédica (IB)** o Bioingeniería es la disciplina científica y tecnológica que aplica los principios y los métodos de la ingeniería, ciencia y tecnología para la comprensión, definición y resolución de problemas biológicos y médicos. Esta disciplina es una realidad académica y profesional en el mundo, existiendo más de 300 universidades en el mundo que ofrecen programas de doctorado en IB. El número aproximado de socios de la IFMBE (Federación Internacional de Sociedades de Ingeniería Biomédica) es de 45.000 pertenecientes a 43 sociedades científicas afiliadas en todo el mundo.

En la actualidad existen en la **Universidad Politécnica de Madrid** más de 10 grupos de investigación en Ingeniería Biomédica integrados en los Departamentos de Tecnología Fotónica, Ingeniería Electrónica, Tecnología Electrónica, Inteligencia Artificial, Ciencias de Materiales, Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Ingeniería y Ciencia de los Materiales, Mecánica Estructural y Construcciones Industriales e Ingeniería Mecánica y Fabricación.

La **estructura de los estudios de doctorado en IB** permite al alumno de doctorado la investigación y realización de una tesis doctoral en cuatro áreas principales: bioinstrumentación y bioelectromagnetismo; informática biomédica y telemedicina; imágenes biomédicas y simulación médica; y biomecánica y biomateriales. Estos campos de investigación son el resultado de cruzar los temas prioritarios en IB en la actualidad, las peculiaridades de la situación específica en el campo dentro de nuestro entorno regional y nacional y la experiencia y las líneas de investigación de la UPM en Ingeniería Biomédica.

Los **conocimientos necesarios para afrontar el desarrollo de tesis doctorales en las líneas de investigación detalladas** se organizan en 15 asignaturas, con una oferta total de 51 créditos, que son impartidas por 21 profesores de los 9 departamentos activos en IN en la UPM. La coordinación de los estudios se realiza desde el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina del Departamento de Tecnología Fotónica (ETSIT) de la UPM.

Las **asignaturas** disponibles son:

- Introducción a la investigación en IB
- Telemedicina
- Sistemas de Ayuda a la Decisión en Medicina
- Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social
- Informática Biomédica
- Tecnologías y Procesamiento de Imágenes Biomédicas
- Simulación y planificación quirúrgica
- Técnicas no invasivas de observación biológica
- Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos
- Bioelectromagnetismo
- Biofotónica
- Biomecánica
- Biomecánica de Tejidos Blandos
- Biomateriales y Materiales Biológicos
- Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro

El desarrollo de las actividades de investigación que permiten la realización de las tesis doctorales en este programa de doctorado cuenta con la colaboración de las siguientes instituciones:

1. Programa Interuniversitario de Ingeniería Biomédica de la Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad de Zaragoza, Centre de la Recerca en Ingeniería Biomédica (CREB) de la UPC y el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (UZ), así como la Red Temática de Ingeniería Biomédica
2. Centro de Magnetoencefalografía Dr. Pérez Modrego de la Universidad Complutense de Madrid
3. Hospital Clínico y Provincial de Barcelona
4. Hospital Ramón y Cajal de Madrid
5. Fundación para la Investigación Biomédica del Hospital Universitario Puerta de Hierro de Madrid
6. Instituto de Investigación del Hospital de la Santa Cruz y San Pablo de Barcelona
7. IB-Salut Instituto Balear de la Salud del Server de Salut de les Iles Balears
8. Medtronic Ibérica SA
9. Philips Sistemas Médicos SA
10. Novasoft Sanidad SA
11. Amena SA
12. Cátedra "Colegio Oficial Ing. Telecomunicación" de la ETSIT-UPM.

## 2.- Objetivos generales

La realización de tesis doctorales en estos estudios de doctorado permite capacitar a los doctorandos en las teorías y metodologías de mayor relevancia en los temas principales de investigación en Ingeniería Biomédica. Se tiene especial énfasis en garantizar el dominio de los conocimientos básicos implicados, de los que depende la calidad de una tesis doctoral; en las actitudes de creación, esenciales del oficio de investigador; y en el conocimiento del estado del arte científico de cada tema, y una visión anticipativa.

La estructura de los estudios de doctorado en IB de la UPM se organiza alrededor de cuatro áreas principales: bioinstrumentación y bioelectromagnetismo; informática biomédica y telemedicina; imágenes biomédicas y simulación médica; y biomecánica y biomateriales. Estos campos de investigación son el resultado de cruzar los temas prioritarios en IB en la actualidad, las peculiaridades de la situación específica en el campo dentro de nuestro entorno regional y nacional y la experiencia y las líneas de investigación de la UPM en Ingeniería Biomédica.

## 3. Estructura de los Estudios de Doctorado

Los contenidos de las asignaturas de los presentes Estudios se han definido, y serán continuamente adaptados, a las tendencias de la investigación en Ingeniería Biomédica. A continuación se presenta, a modo de referencia, una lista de los temas extraída de varios estudios prospectivos disponibles en IB.

### **Análisis de biosistemas**

- Modelado, simulación y control
- Biocomplejidad y Biomimética
- Biofotónica
- Imagen molecular

### **Ingeniería de sistemas de diagnóstico y terapia**

- Imágenes Médicas: información funcional/bioquímica en tiempo real (US, RM, PET)
- Cirugía asistida por ordenador: aplicación de las TIC en cirugía de mínima invasión (pre-operatoria e intra-operatoria).

### **Micro-nano bioingeniería**

- Bioinstrumentación, sensores biomédicos y nanotecnología: desarrollo de dispositivos miniaturizados para medidas no invasivas, y sensores inteligentes para control de la materia a nivel atómico, molecular y macromolecular

### **Aplicaciones emergentes de las TICs en sanidad**

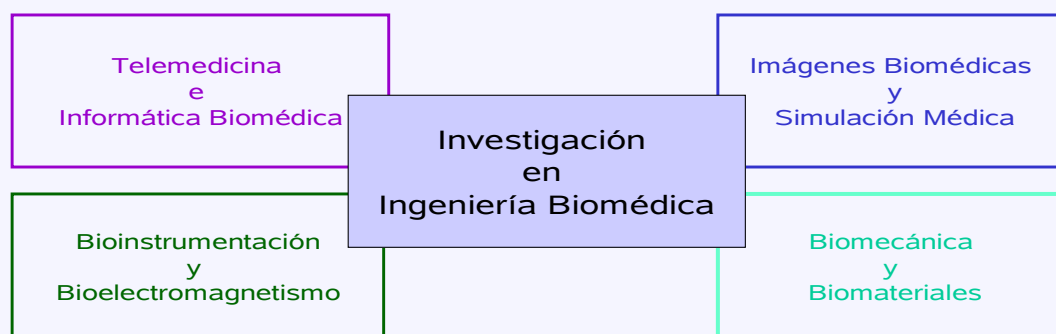
- Telemedicina: nuevos procedimientos telemédicos (e-salud) para sistemas de salud pro-activos y ubicuos
- Inteligencia ambiental: agentes inteligentes que anticipen las necesidades de los pacientes, basándose en biosensores no invasivos que detectarán datos bioquímicos y funcionales del estado de salud del paciente

### **Biomecánica e ingeniería de tejidos**

- Biomecánica de tejidos blandos: mecánica celular y de tejidos
- Ingeniería de tejidos (ej: síntesis de tejidos cardiovasculares)
- Bioingeniería celular y tisular

Los contenidos de las asignaturas de estos Estudios, se han estructurado en 4 orientaciones que se representan en el siguiente gráfico:

## Estructura del Programa de doctorado de IB



En cada una de las orientaciones se agrupan asignaturas que, de forma no excluyente, conforman perfiles de formación de gran actualidad en esta disciplina:

### 1. *Telemedicina e Informática Biomédica*

- Telemedicina
- Sistemas de Ayuda a la Decisión en Medicina
- Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social
- Informática Biomédica

### 2. *Imágenes Biomédicas y Simulación Médica*

- Tecnologías y Procesamiento de Imágenes Biomédicas
- Simulación y planificación quirúrgica
- Técnicas no invasivas de observación biológica

### 3. *Bioinstrumentación y Bioelectromagnetismo*

- Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos
- Bioelectromagnetismo
- Biofotónica

### 4. *Biomecánica y Biomateriales*

- Biomecánica
- Biomecánica de Tejidos Blandos
- Biomateriales y Materiales Biológicos
- Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro

Finalmente, el programa ofrece una asignatura introductoria a la investigación en IB que no se adscribe a ningún perfil concreto titulada “Introducción a la investigación en IB”.

**Nombre, código, tipo<sup>1</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Introducción a la investigación en Ingeniería Biomédica	Tipo Carácter	F OP
------	---	------------------	---------

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Francisco del Pozo Guerrero	Catedrático de Universidad	30

**Objetivos del curso**

Introducir los distintos temas que constituyen el programa de doctorado y proporcionar las herramientas básicas para la investigación, con un enfoque específico al tipo de experimentos habituales en Ingeniería Biomédica

**Breve resumen del contenido del curso**

1ª Parte (5 créditos): Introducción a la Ingeniería Biomédica: revisión del estado del arte en IB, los temas de investigación principales y las herramientas específicas de cada orientación del Programa de Doctorado: Telemedicina, Informática Biomédica, Análisis de sistemas biológicos, Bioelectricidad y Bioinstrumentación, Simulación Quirúrgica, Biomecánica y Biomateriales

2ª Parte (25 créditos): Introducción a las metodologías básicas en experimentación científica: diseño de experimentos, análisis estadístico de datos y procesamiento de series temporales y señales. Ejemplos de aplicación de biomedicina

**Bibliografía**

- **The Biomedical Engineering Handbook**, Joseph D. Bronzino Ed., CRC Press, IEEE Press, 2000.
- **Anatomía y Fisiología**, Gary A. Thibodeau, Kevin T. Patton, 4ª edición. Madrid, Ediciones Harcourt,S.A. (versión en español de la 4ª edición de la obra original en inglés "Anatomy and Physiology" , Mosby, Inc.), 2000.
- **Manuales de diseño de experimentos y análisis estadísticos de datos y series temporales**

**Metodología**

Enseñanza basada en casos prácticos representativos del tema de IB

**Criterios de evaluación**

Examen y trabajos de curso

**Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Nº de créditos:** 3 Créditos, Teóricos: 1,5 Prácticos: 1,5

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Primer semestre del curso.

**Otras observaciones**

<sup>1</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

**Nombre, código, tipo<sup>2</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Telemedicina	Tipo	F
		Carácter	OP

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Francisco del Pozo	Catedrático de Universidad	10
M <sup>a</sup> Teresa Arredondo Waldmeyer	Catedrático de Universidad	15
Elena Hernando Pérez	Titular de Universidad	15

**Objetivos del curso**

Facilitar a los alumnos los conocimientos teóricos y habilidades prácticas en las tecnologías necesarias para el desarrollo e integración de servicios de telemedicina. El curso se introduce con una breve delimitación del entorno en el que se han de instalar y operar los servicios de telemedicina.

La parte práctica, de laboratorio, proporciona al alumno un conjunto de métodos y recursos para su formación en el diseño, desarrollo y evaluación de aplicaciones de telemedicina. Las prácticas van guiando al alumno para que adquiera conocimientos sobre diferentes tecnologías utilizadas en la creación e integración de Sistemas de Información: la gestión y diseño de bases de datos relacionales, los motores de integración de sistemas de información sanitarios, la visualización gráfica de información clínica, los protocolos de comunicación, el acceso remoto a bases de datos a través de servidores Web, los servicios de consulta remota entre especialistas, el diagnóstico cooperativo y la teleradiología e interoperabilidad DICOM.

**Breve resumen del contenido del curso**

Introducción, Historia de la Telemedicina, Conceptos: Telemedicina, telecuidado y e-salud

**Parte I: El marco de referencia de la Telemedicina**

Modelos sanitarios, Contexto socio-económico, Contexto sociedad de la información y del conocimiento, Métodos de modelado de servicios de telemedicina, Legislación. Directivas europeas, Ley de Protección de datos, ...

**Parte II: Tecnologías: Sistemas de información y comunicaciones. Interoperabilidad**

Organismos e iniciativas de estandarización,

La historia clínica electrónica, Interoperabilidad: ontologías y arquetipos,

Arquitecturas

Redes de telecomunicación para Telemedicina,

DICOM: Transmisión y almacenamiento de imágenes, Teleconsulta síncrona y asíncrona,

Integración de sistemas de información (HL7, motores de integración)

Telemedicina en entornos web

Telemonitorización y dispositivos biomédicos,

Estándares de almacenamiento y transmisión de señales vitales

Tecnología ubicua-pervasiva. Redes personales del paciente

Seguridad.

**Parte III: implantación**

La evaluación de servicios de telemedicina

Organización y explotación de un servicio de Telemedicina

El Laboratorio de Telemedicina incluye:

1. Diseño y desarrollo de aplicaciones de Telemedicina
2. Integración de aplicaciones y sistemas de información
3. Transmisión y almacenamiento de imágenes médicas
4. Comunicaciones a través de INTERNET

**Bibliografía**

- E-health, telehealth and telemedicine. A guide to start-up and success, M.M. Maheu, P. Whitten and A. Allen, Jossey-Bass, Wiley, 2001
- Del Pozo, F. y Gómez, E.J., "Telemedicina: una visión del pasado y del futuro", TODO HOSPITAL (ISSN- 0212-19721), nº 178, julio-agosto 2001, p. 444-452
- Telemedicine- A guide to assessing telecommunicationn in health care, Field, J., Institute of Medicine, National Academy Press, 1996.
- Telemedicine Theory and Practice, Bashshur, R. et al, De. Charles C. Thomas, Springfield USA, 1997
- Designing the User Interface: Strategies for effective human-computer interaction, Shneiderman S., Addison-Wesley Publishing Company, 1992

<sup>2</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

- Asynchronous transfer mode: Solution for broadband ISDN, Prycker M., Berkeley: Prentice Hall, 1995
- DICOM. Digital Imaging and Communication in Medicine, American College of Radiology/National Electrical Manufacturers Association. Publication N° PS 3.1, 1995
- Guide for Usability evaluation of telecommunication systems and services, ETSI, European Telecommunication Standards Institute, ETSI DTR/HF 3001, 1995  
An introduction to GSM, Redl S.M., Weber M.K. y Oliphant M.W., Artech House, 1995

**Metodología**

Orientación fundamental a la formación en las tecnologías implicadas en telemedicina

**Criterios de evaluación**

Exámenes y trabajos de curso

**Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Nº de créditos:** 4 Créditos, Teóricos: 3 Prácticos: 1

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Segundo semestre del curso. Día por determinar. Horario de 9:30 a 12:00

*Otras observaciones*



**Nombre, código, tipo<sup>3</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Sistemas de ayuda a la decisión en medicina	Tipo Carácter	F OP
------	---	------------------	---------

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez	Titular de Universidad	30

**Objetivos del curso**

El curso tiene por objetivo introducir al alumno en el campo de los sistemas de ayuda a la decisión en medicina. La asignatura abarca todos los aspectos necesarios para la definición de un sistema de ayuda inteligente, partiendo de la obtención del conocimiento médico, la elección de la aproximación de representación del conocimiento más adecuada a cada problema médico y la evaluación final de los razonamientos del sistema. El curso tendrá carácter teórico y práctico.

**Breve resumen del contenido del curso**

1. obtención del conocimiento
2. modelado del conocimiento médico
3. representación del conocimiento
  - 3.1. modelado matemático de sistemas metabólicos
  - 3.2. simulación cualitativa
  - 3.3. aproximaciones basadas en reglas
  - 3.4. razonamiento con incertidumbre
  - 3.5. redes probabilísticas causales
  - 3.6. redes dinámicas
  - 3.7. redes neuronales
  - 3.8. razonamiento temporal
4. algoritmos de aprendizaje
5. métodos de explicación
6. evaluación de sistemas de ayuda
7. aplicaciones de los sistemas de ayuda

**Bibliografía****Metodología**

Orientación fundamental a la formación en los conocimientos básicos y las tecnologías de ayuda a la decisión

**Criterios de evaluación**

Exámen y trabajos de curso

**Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Nº de créditos:** 3 Créditos, Teóricos: 2 Prácticos: 1

**Fcha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Segundo semestre del curso.

**Otras observaciones**

<sup>3</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

**Nombre, código, tipo<sup>4</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Sistemas de Inteligencia Ambiental para apoyo a la salud y a la inclusión social	Tipo Carácter	F OP
------	--	------------------	---------

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
María Teresa Arredondo	Catedrático de Universidad	40

**Objetivos del curso**

Se pretende iniciar a los alumnos en los conocimientos y habilidades necesarias para el diseño de sistemas y aplicaciones en el ámbito de la Inteligencia Ambiental orientada al sector de la salud y de los servicios sociales.

**Breve resumen del contenido del curso**

La Inteligencia Ambiental (AmI) se encuentra en las primera fases de desarrollo tecnológico y cubre un amplio espectro de aplicación en entornos donde los individuos interactúan con dispositivos tecnológicamente complejos en diferentes ámbitos, y se reconoce la presencia de las personas, ubicándolas en un contexto tanto geográfico como de actividad, de un modo no intrusivo, con modalidades de interacción naturales, simples y apropiadas para los usuarios individuales.

Dichos entornos toman consciencia de la presencia de los usuarios reconociendo su posición, acciones y necesidades, integrando esta información en un contexto útil y capaz de reaccionar adecuadamente. Los sistemas basados en entornos inteligentes se caracterizan por cuatro dimensiones: ubicuidad, conocimiento, inteligencia e interacción natural. Para ello usan tecnologías variadas como la de redes inalámbricas sensoriales y de actuadores y agentes inteligentes.

La computación y la comunicación ubicua, las interfaces inteligentes, y la transparencia para el usuario, son elementos esenciales en la visión futura de servicios de salud y de apoyo a la integración social de individuos con necesidades especiales (ejemplo: ancianos y discapacitados), elementos que centran las aplicaciones en las áreas mencionadas.

El contenido del curso se divide en 4 módulos:

**1º Módulo: Inteligencia Ambiental**

- Introducción a la Inteligencia Ambiental
- Entornos de aplicación en el ámbito médico y social
- Reconocimiento y acomodación a diversidad de dispositivos
- Personalización y adaptabilidad de los sistemas

**2º Módulo: Redes sensoriales y de actuadores**

- Redes BAN, PAN y WSN
- Sistemas de localización de personas y objetos móviles en interiores
- Sistemas domóticos
- Sistemas de reconocimiento biométrico

**3º Módulo: Gestión de servicios de AmI**

- Introducción a la tecnología de Agentes Inteligentes
- Servicios de apoyo a la vida independiente
- Servicios e-salud en el entorno AmI
- Diseño para todos en AmI

**4º Módulo: Prácticas de laboratorio****Bibliografía**

- Stefano Marzano,. The New Everyday View on Ambient Intelligence, Ed. Emile Aarts 2004.
- Paolo Remagnino et al. Ambient Intelligence: A novel paradigm. Springer-Verlag 2004
- AmbieSense. <http://www.ambiesense.com/>
- J.P. Bigus and J. Bigus. Constructing Intelligent Agents Using Java. Ed. Wiley, 2001.
- Dey. Understanding and using context. Personal and ubiquitous computing, 5, 2001.
- K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, Leijten J., and J.C. Burgelma. Istag: Scenarios for ambient intelligence in 2010. ISTAG 2001 Final Report, 2001.
- M. Friedewald and O. Da Costa. Science and technology roadmapping: Ambient intelligence in everyday life. JRC/IPTS - ESTO Study, 2003.
- HoleLab. [research.philips.com/technologies/misc/homelab/index.html](http://research.philips.com/technologies/misc/homelab/index.html)

<sup>4</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

- JADE. Java agent development framework, 2004. URL: <http://jade.cselt.it/index.html>.
- P. Jones. Ambient information for collaboration and discovery: Adapting from information practices in the eld. In Proceedings of the Ambient Intelligence for Scientific Discovery conference, 2004.
- Multi-agent systems and applications. In Springer, editor, Proceedings of the ECCAI Advance Course, 2001.
- Ambient intelligence for scientific discovery (aisd). SIGCHI Workshop, April 25, 2004, Vienna, 2004.
- G.M.P. O'Hare, M.J. O'Grady, S. Keegan, D. O'Kane, R. Tynan, and D. Marsh. Intelligent agile agents: Active enablers for ambient intelligence. In Proceedings of the Ambient Intelligence for Scientific Discovery conference, 2004.

**Metodología**

Orientación fundamental a la formación en los conocimientos básicos y las tecnologías propios de estas aplicaciones

**Criterios de evaluación**

Exámenes y trabajos de curso

**Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Nº de créditos:** 4 Créditos, Teóricos: 3 Prácticos: 1

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Segundo semestre del curso.

**Otras observaciones**

**Nombre, código, tipo<sup>5</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Informática Biomédica	Tipo	F
		Carácter	OP

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Víctor Maojo	Titular de Universidad	40

**Objetivos del curso**

Comprensión de las diferencias entre la Informática Biomédica (IBM) y otras disciplinas aplicadas de la informática.

Análisis de la historia de la IBM y lecciones aprendidas desde los años 50

Modelos y técnicas principales en uso actual.

Exposición de retos científicos y tecnológicos en el área.

El alumno, finalmente, deberá ser capaz de comprender las características intrínsecas de la disciplina y conocer los criterios adecuados para afrontar el diseño de sistemas de IBM.

**Breve resumen del contenido del curso**

La informática médica intenta analizar los problemas de la práctica médica y buscar las mejores soluciones mediante el uso de las tecnologías de la información. Por ello, el énfasis se realiza en el manejo de datos, informaciones y conocimientos, y no en las técnicas y métodos utilizados. Muchos de los problemas actuales de la medicina tienen su causa básica en defectos de análisis y manejo de información, que podrían tener mejores soluciones con sistemas adecuados de informática médica.

En este curso se dará al alumno una visión global de la informática médica, haciendo especial énfasis en aspectos de investigación y no de puro desarrollo de aplicaciones. La investigación en informática médica es, básicamente, aplicada pero tiene características propias que las diferencian de otras áreas. La información que se suele manejar en medicina tiene un nivel de complejidad habitualmente mayor que en otras áreas. Por ello, la investigación desarrollada en informática médica ha llevado, tradicionalmente, a logros de gran éxito en otros dominios -por ejemplo, en sistemas expertos-.

Las tecnologías no son el fin último de la informática médica; sin embargo, sí es importante el uso de métodos que permitan no sólo construir las mejores aplicaciones, sino el intercambio y reutilización de técnicas y conocimientos favoreciendo la colaboración entre grupos de investigación. Estos esfuerzos conjuntos se ven estimulados por el crecimiento de Internet y nuevas técnicas de Inteligencia Artificial, base de datos, programación e Ingeniería del Software, que facilitan la comunicación entre aplicaciones y grupos. El uso de sistemas basados en nuevas tecnologías (por ejemplo, ahora mismo con JAVA o CORBA) está contribuyendo a un avance decisivo en la informática médica.

Estas tecnologías, serán expuestas a los estudiantes del curso como medio de construcción de aplicaciones distribuidas en informática médica.

Se va a hacer también especial énfasis en la exposición de las nuevas tecnologías de la información aplicadas en medicina. Concretamente, en tres áreas como son la realidad virtual, la telemedicina y la bioinformática. En esta última, por ejemplo, se describirán modelos de historia clínica que incorporan información proveniente del Proyecto Genoma, aplicada a pacientes individuales.

**Programa.**

1. Introducción.
2. Adquisición, almacenamiento y manejo de datos.
3. Inteligencia Artificial y Medicina: Aplicaciones a la toma de decisiones y los sistemas de ayuda a la consulta.
4. Sistemas de información hospitalaria.
5. Historias clínicas computarizadas. Vocabulario médico.
6. Redes de comunicaciones hospitalarias.
7. Internet y medicina. Aplicaciones distribuidas. Agentes.
8. Bioinformática
9. Otras aplicaciones en investigación, áreas clínicas, medicina gestionada y educación.

**Bibliografía**

1. Altman RB. The interactions between clinical informatics and bioinformatics: a case study. J Am Med Inform Assoc. 2000 Sep-Oct;7(5):439-43.
2. Belmonte, M., Coltell, O., Maojo, V., Mateu, J y Sanz, F. (Eds). Manual de Informática Médica. Diciembre de 2003. M.R.A.
3. Blum, B. and K. Duncan. (Eds). A History of Medical Informatics. Reading: Addison Wesley Pub. 1990.

<sup>5</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

4. Clancey, W. and E.H. Shortliffe (Eds). Readings in Medical Artificial Intelligence: The First Decade. Reading: Addison Wesley. 1984
5. Evans, D. and Patel, V. (eds.) Cognitive Science in Medicine. Biomedical Modelling, MIT Press, Boston, MA. 1989.
6. Greenes, R.A. and Shortliffe, E.H.: Medical Informatics: An Emerging Academic Discipline and Institutional Priority. JAMA, 263, 1114-1120, 1990
7. Kassirer, J. and R. Kopelman. Learning Clinical Reasoning. Baltimore: Williams and Wilkins. 1991.
8. Kitano H. Systems biology: a brief overview. Science 2002 Mar 1;295(5560):1662-4
9. Maojo V, Kulikowski CA. Bioinformatics and Medical Informatics: Collaboration on the Road to Genomic Medicine? Journal of the American Medical Informatics Association, Noviembre-Diciembre de 2003, pp.515-522.
10. Maojo, V., F. Martín-Sánchez, J. Crespo, and H. Billhardt. Theory, Abstraction and Design in Medical Informatics. Methods of Information in Medicine 2002, 41: 44-50.
11. Martín, F.; Maojo, V. and López-Campos, G. Integrating genomics into health information systems. Methods Inf Med. 2002;41(1):25-30.
12. McKusick VA. The anatomy of the human genome: a neo-Vesalian basis for medicine in the 21st century. JAMA 2001. Nov 14; 286(18): 2289-95
13. Sander C. Genomic medicine and the future of health care. Science 2000 Mar 17;287 (5460):1977-8.
14. Shortliffe, E.H. y Perreault, L. Medical Informatics. Computer Applications in Health Care. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Springer Verlag. 2001.
15. Sox, H., Blatt, M., Higgins, M. and Marton, K.: Medical Decision Making. Butterworths. Boston, USA, 1988.
16. Van Bommel, J. and M. Musen. Handbook of Medical Informatics. New York: Springer-Verlag. 1997.

### **Metodología**

Orientación fundamental al diseño de sistemas de informática biomédica

### **Criterios de evaluación**

Asistencia a las clases y presentación de un trabajo, por escrito y oral, basado en los contenidos del curso. Opcionalmente, diseño de un prototipo de sistema informático.

De acuerdo a la evolución del programa podría ser oportuno una evaluación a través de un examen.

### **Lugar de impartición**

Facultad de Informática. UPM.

**Nº de créditos:** 4 Créditos, Teóricos: 3 Prácticos: 1

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

**Otras observaciones**

**Nombre, código, tipo<sup>6</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Tecnologías y procesamiento de imágenes biomédicas	Tipo Carácter	F OP
------	--	------------------	---------

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Enrique J. Gómez Aguilera	Titular de Universidad	20
M <sup>a</sup> Elena Hernando Pérez	Titular de universidad	20

**Objetivos del curso**

El curso tiene por objetivo profundizar en las tecnologías de imagen médica en las diversas modalidades de imagen (Rayos-X, radiología directa digital, tomografía computerizada, medicina nuclear, resonancia magnética, SPECT,PET, etc.) incluyendo sistemas de información de imagen médica como PACS y estándares DICOM. El curso también contempla el estudio de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes médicas, como métodos específicos de intensificación, análisis de imagen, registro y fusión de imágenes y visualización 3D.

El curso incluye el desarrollo de prácticas en el laboratorio de imágenes médicas donde el alumno se ejercita en el uso de técnicas específicas de procesamiento y análisis de imágenes médicas como intensificación, segmentación, reconstrucción y visualización de imágenes.

**Breve resumen del contenido del curso**

- Tecnologías de imagen médica
  - Rayos-X y radiología directa digital
  - DSA
  - tomografía computerizada,
  - medicina nuclear, SPECT,PET
  - resonancia magnética
- Sistemas de información y estándares: RIS, PACS, DICOM
- Técnicas avanzadas de procesamiento de imagen médica
  - Intensificación
  - Segmentación
  - Restauración
  - Registro y fusión
  - Visualización 3D
- Análisis de imágenes de microarrays
- Simuladores y planificadores quirúrgicos

La parte práctica incluye:

- Introducción al lenguaje IDL (Interactive Data Language)
- Introducción al procesado de imágenes médicas
  - o Visualización de imágenes
  - o Procesamiento: intensificación y filtrado
  - o Procesamiento: Segmentación, reconocimiento de patrones, restauración y reconstrucción

**Bibliografía**

- I.N Bankman, "Handbook of Medical Imaging Processing and Analysis", Academic Press, 2000.
- J. Beutel, "Handbook of Medical Imaging", Volume I- Physics and Psychophysics; Volume II- Medical Image Processing and Analysis; Volume III- Display and PACS, SPIE Press, Washington, 2000.
- Hashemi, R. H. y Bradley, W.G. "MRI: the basics", Williams & Wilkins, Baltimore, USA, 1997
- Foundations of Medical Imaging, Cho et al., John Wiley, 1993.
- DICOM. Digital Imaging and Communication in Medicine, American College of Radiology/National Electrical Manufacturers Association. Publication N° PS 3.1, 1995.
- PACS- Picture Archiving and Communications Systems, Huang, H.K., VCH Publishers, New York, 1996.

**Metodología**

<sup>6</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

El curso se divide en dos partes: una primera dedicada a cursos presenciales y una segunda relativa a la realización de las prácticas de los alumnos. La evaluación del curso se realizará mediante la presentación de un trabajo realizado en grupo y las memorias de las prácticas de laboratorio.

***Criterios de evaluación***

- Conocimiento general de los contenidos de la asignatura
- Calidad del trabajo desarrollado (estado del arte del tema, actualidad de los contenidos expuestos, prospección de las implicaciones socioeconómicas de las líneas de investigaciones en curso en el tema).
- Calidad y completitud de las memorias de las prácticas

***Lugar de impartición***

ETSI TELECOMUNICACIÓN

***Nº de créditos:***                    4 Créditos, Teóricos: 2                    Prácticos: 2

***Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto***

***Otras observaciones***

### Nombre, código, tipo<sup>7</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso

Code	Simulación y Planificación Quirúrgica	Tipo Carácter	F OP
------	---------------------------------------	------------------	---------

### Profesorado del curso

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Enrique J. Gómez Aguilera	Profesor Titular de Universidad	30

### Objetivos del curso

El objetivo de esta asignatura es proporcionar al alumno un conocimiento teórico y práctico de las técnicas y métodos empleados en cirugía asistida por computador, con un énfasis principal en los nuevos sistemas de formación y planificación de intervenciones quirúrgicas mínimamente invasivas, basados en la realidad virtual y en la visualización de imágenes médicas 3D.

El curso está estructurado en cuatro partes principales: 1) una introducción al campo de aplicación clínica, es decir, la Cirugía Mínimamente Invasiva y la cirugía laparoscópica; 2) una introducción a los sistemas de cirugía asistida por computador y a las tecnologías básicas que permiten la construcción empleadas en los sistemas de formación y planificación quirúrgica; 3) la descripción detallada de los conceptos, componentes y aplicaciones principales de los simuladores virtuales y planificadores en cirugía laparoscópica; y 4) un análisis de los métodos de evaluación de estas nuevas técnicas de formación e intervención quirúrgica así como los aspectos ético-legales involucrados en su implantación en rutina clínica.

### Breve resumen del contenido del curso

- Introducción a la cirugía mínimamente invasiva (CMI)
  - Modelos de formación en CMI
  - Técnicas y procedimientos quirúrgicos
- Métodos y técnicas básicas
  - Interacción sensorial multimodal en CMI
  - Metodologías de medición de propiedades biomecánicas de tejidos in-vivo
  - Reconstrucción y visualización de imágenes médicas 3D
  - Realidad virtual y realidad aumentada en medicina
- Cirugía asistida por computador
  - Simulación y planificación
  - Cirugía guiada por imágenes
  - Telecirugía
- Simuladores Virtuales:
  - Arquitectura
  - Interfaces de visualización e interfaces hápticas
  - Detección y gestión de colisiones
  - Modelos biomecánicos para deformación en tiempo real de tejidos blandos
  - Modelado y construcción de procedimientos quirúrgicos virtuales: prensión, tracción, corte y sutura
  - Ejemplos prácticos
- Planificación Quirúrgica
  - Definiciones y conceptos
  - Sistemas básicos de planificación
  - Definiciones de trayectorias e intervenciones
  - Ejemplos prácticos
- Implantación, validación y aspectos ético-legales de la simulación y planificación quirúrgica

### Bibliografía

- Usón, J, Pascual, S.; Sánchez, FM, Hernández, FJ. Pautas para el aprendizaje en suturas laparoscópicas. En Pascual, S, Usón, J. Aprendizaje en suturas laparoscópicas. Capítulo 2. Librería General S.A. Zaragoza. 38-54. 1999.
- Taylor, Rusell H.; Lavallé, Stéphane; Burdea, Grigore C.; Mösges, Palph. “Computer-Integrated Surgery”. MIT PRESS, 1996.
- J. Beutel, “Handbook of Medical Imaging”, Volume I- Physics and Pscophysics; Volume II- Medical Image Processing and Analysis; Volume III- Display and PACS, SPIE Press, Washington, 2000.
- Udupa, J. Herman G, Ed. .” 3D Imaging in Medicine”, CRC Press, 2000.

<sup>7</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo



- Gorman, P.J., Meier, A., Krummel, T., "Computer-assisted training and learning in surgery", *Comp Aid Surg* 5:120-130, 2000.
- A.Liu, F.Tendick, K.Cleary y C.Kaufmann, "A survey of surgical simulation: applications, technology, and education," *Presence*, 12(6), 2003.
- A.G. Gallagher, C.D.Smith, S.P.Bowers, N.E.Seymour, A.Pearson, S.McNatt, D.Hananel y R.M.Satava, "Psychomotor skills assessment in practicing surgeons experienced in performing advanced laparoscopic procedures," *Journal of the American College of Surgeons*, 197(3):479-488, 2003.

**Metodología**

El curso se divide en dos partes: una primera dedicada a cursos presenciales y una segunda relativa a la realización de las prácticas de los alumnos que permitirán utilizar sistemas hardware y software para simulación y planificación quirúrgica. La evaluación del curso se realizará mediante la presentación de un trabajo realizado en grupo.

**Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación serán:

- Conocimiento general de los contenidos de la asignatura
- Calidad del trabajo desarrollado (estado del arte del tema, actualidad de los contenidos expuestos, prospección de las implicaciones socioeconómicas de las líneas de investigaciones en curso en el tema).

**Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Nº de créditos:**                    4 Créditos, Teóricos: 3                    Prácticos: 1

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

**Otras observaciones**

DESCRIPCIÓN DE LOS CURSOS EN EL PRIMER PERÍODO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

**Nombre, código, tipo<sup>8</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Técnicas no invasivas de observación biológica	Tipo Carácter	F OP
------	--	------------------	---------

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Andrés Santos Lleó	Titular de Universidad	20
M <sup>a</sup> Jesus Ledesma	Asociado	10

**Objetivos del curso**

En esta asignatura el alumno conocerá diversas técnicas de diagnóstico médico por imagen que permiten obtener información de una manera no invasiva sobre el funcionamiento o actividad biológica de un tejido u órgano. Especialmente se tratarán las técnicas de imagen molecular que, mediante distintos marcadores, permiten identificar moléculas o genes. En la asignatura se tratarán tanto las técnicas de adquisición de datos e imágenes, como métodos y algoritmos para su reconstrucción y análisis.

**Breve resumen del contenido del curso**

- Introducción a las técnicas de adquisición de imágenes anatómicas
- Obtención de imágenes funcionales: perfusión, metabolismo de glucosa, nivel de oxigenación...
- Técnicas de adquisición de imágenes moleculares
- Procesamiento y análisis de imágenes. Modelado.
- Otras técnicas de adquisición de información biológica.

**Bibliografía**

- Webster, *Medical Instrumentation: Application and Design*. John Wiley & Sons. 1998.
  - Phelps M.E., *Molecular Imaging and Its Biological Applications*. Springer, 2004.
  - von Schulthess G.K., Hennig J., *Functional Imaging*. Lippincott-Raven Pub., 1998.
  - Northrop R.B., *Non-Invasive Instrumentation and Measurements in Medical Diagnosis*. CRC Press, Oct. 2001.
- Diversos artículos en *IEEE T Biom Eng*, *IEEE T Med Imag*, *IEEE EMB Mag*.

**Metodología**

Se combinarán las clases magistrales con conferencias invitadas impartidas por especialistas y con la presentación en clase de trabajos por parte de los alumnos.

**Criterios de evaluación**

Participación en clase y trabajo escrito.

**Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Nov – Marzo: Miércoles de 18 a 20 hr.

**Nº de créditos:** 3      Créditos, Teóricos: 2      Prácticos: 1

<sup>8</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

**Nombre, código, tipo<sup>9</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Bioinstrumentación y Sensores Biomédicos	Tipo Carácter	F OP
------	--	------------------	---------

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
José Javier Serrano Olmedo	Titular de Universidad (DTE)	20
Enrique Javier Gómez Aguilera	Titular de Universidad (TFO)	10

**Objetivos del curso**

Revisión de los sensores y las técnicas de medida de mayor relevancia para la adquisición de señales biológicas, particularmente de interés en medicina. Se hará especial hincapié en los sensores emergentes y novedosos por las tecnologías en que se basan. No es objetivo el cubrir exhaustivamente todo el campo sino el colocar a los alumnos en disposición de poder profundizar en los aspectos que les interesen, parte de lo cual realizan como trabajo propio en el marco del curso de la asignatura.

**Breve resumen del contenido del curso**

1. **Introducción** La interfaz entre el sistema biológico y el electrónico. La medida de señales biométricas. Bioinstrumentación en prevención, diagnóstico, monitorización, terapia y apoyo a la vida. Tendencias futuras en sensores implantables y medida no invasiva de variables fisiológicas.
2. **Sensores biomédicos** Principios físico-químicos. Tipos de transductores y sensores. Instrumentación y tratamiento de la señal del biosensor. Sensores invasivos y no invasivos.
3. **Medida de magnitudes biofísicas** Sensores para medidas físicas: resistivos, capacitivos, piezoeléctricos, de onda superficial (SAW), termopares, etc. Técnicas de medida de parámetros biofísicos: desplazamiento muscular, presión arterial, temperatura corporal, flujo sanguíneo, presión intracraneal y crecimiento óseo.
4. **Medida de biopotenciales** Orígenes de los biopotenciales y características eléctricas. Tipos de electrodos para medidas biomédicas: de superficie, intratisulares y microelectrodos: impedancia bioeléctrica. Tipos de medidas: electrocardiograma (ECG), medidas electromiográficas (EMG) y electroencefalograma (EEG). Elementos de sistemas electrónicos para electrodos: amplificadores, aislamiento, protecciones, etc.
5. **Medida de magnitudes bioquímicas.** Tipos de transductores: electrodos, transistores ISFET, etc. Tipos de sensores bioanalíticos: inmunosensores, sensores de enzima, etc. Técnicas de medida: potenciometría, voltametría, conductimetría y gravimetría. Tecnologías para sensores bioquímicos.
6. **Sensores ópticos** Tipos de sensores ópticos. Tecnologías. Técnicas de medida no invasivas. Monitorización en cuidados intensivos: oximetría, gases sanguíneos, etc. Técnicas especiales.

**Bibliografía básica**

- M. Lambrechts y W. Sansen. *Biosensors: Microelectrochemical Devices*. IOP Publishing Ltd. 1992.
- L. Cromwell, F. J. Wibell y E. A. Pfeiffer. *Biomedical Instrumentation and Measurements*. Prentice Hall 1980.
- John G. Webster, *Medical Instrumentation: Application and Design*. John Wiley & Sons 1997
- J. D. Bronzino. *Biomedical Engineering Handbook*, CRC Press & IEEE Press 2000.
- H.J. Arditty, J.P. Dakin and R. Th Kersten. *Optical Fiber Sensors*. Springer Verlag 1989.

**Publicaciones periódicas de referencia**

- IEEE transactions on biomedical engineering
- Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society,
- Biosensors and Bioelectronics
- Journal of Biomechanics,
- IEEE Engineering in Medicine and Biology,
- Medical Engineering & Physics

**Metodología**

El curso se divide en dos partes: presentación de contenidos básicos y trabajos dirigidos.

1. En la primera parte los alumnos siguen las exposiciones que los profesores realizan sobre los contenidos propios del curso. No se trata tanto de llegar al fondo de cada aspecto desarrollado como de presentar un amplio abanico de técnicas instrumentales, tecnologías posibilitadoras y dispositivos. Así, los contenidos incluyen, por un lado, la

<sup>9</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

fundamentación teórica marcando los aspectos más prometedores para la investigación, el desarrollo y la innovación, y, por otro, y como consecuencia natural, la oferta de propuestas para los trabajos dirigidos.

2. En la segunda parte los alumnos desarrollan trabajos dirigidos, es decir, bajo la supervisión de algunos de los profesores. Es un trabajo en equipos de dos alumnos en el que deben desarrollar alguna de las líneas propuestas durante el curso. Para la elección de los trabajos, los profesores toman en cuenta la opinión de los tutores de los alumnos con intención de que profundicen en temas que puedan estar encaminados a su futura tesis doctoral. Los trabajos deben ser presentados en clase para permitir la puesta en común con todos los demás alumnos y profesores.

***Criterios de evaluación***

- Conocimiento general de los contenidos de la asignatura.
- Conocimiento detallado del estado del arte del tema desarrollado en el trabajo.
- Actualidad de los contenidos expuestos: grupos de trabajo y líneas de desarrollo emergentes.
- Prospección de las implicaciones socioeconómicas de las líneas de investigaciones en curso en el tema.
- Conexiones con tecnologías.
- Calidad de la presentación de los trabajos

***Lugar de impartición***

ETSI TELECOMUNICACIÓN

***Nº de créditos:***                    3 Teóricos: 2                    Prácticos: 1

***Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto***

Segundo semestre del curso.

***Otras observaciones***

**Nombre, código, tipo<sup>10</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

<b>Code</b>	<b>Bioelectromagnetismo</b>	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

**Profesorado del curso**

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Francisco del Pozo Guerrero	Catedrático de Universidad	30

**Objetivos del curso****Breve resumen del contenido del curso**

Fundamentos matemáticos de los campos electromagnéticos  
 Modelado de fuentes y conductores volumétricos  
 Métodos de análisis en bioelectromagnetismo  
 Medidas electromagnéticas de sistemas, tejidos y células del sistema nervioso  
 Magnetoencefalografía  
 Estimulación magnética del cerebro  
 Medidas electromagnéticas de sistemas, tejidos y células del corazón  
 Técnicas de análisis y modelado de bioseñales

**Bibliografía**

**Bioelectromagnetism. Principles and applications of bioelectric and biomagnetic fields**, Jaakko Malmivuo y Robert Plonsey, Oxford University Press, 1995

**Metodología**

Orientación fundamental a la formación en los conocimientos básicos de bioelectromagnetismo y las tecnologías para la interpretación de señales de campos biomagnéticos y bioeléctricos y la estimulación, especialmente cerebral/celular, para el conocimiento de las bases funcionales del sistema nervioso

**Criterios de evaluación**

Exámenes y trabajo de curso

**Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Nº de créditos:** 3 Créditos, Teóricos: 2 Prácticos: 1

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Noviembre– Junio

**Otras observaciones**

<sup>10</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

**Nombre, código, tipo<sup>11</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Biofotónica	Tipo	F
		Carácter	OP

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Nº de horas previstas por profesor
Ana P. González Marcos	Titular de Universidad	20
Jose A. Martín Pereda	Catedrático de Universidad	10
Paloma Rodríguez Horche	Titular de universidad	10

**Objetivos del curso**

El curso tiene por objetivo el estudio de los fenómenos relacionados con la interacción de radiaciones láser con los tejidos orgánicos, así como la instrumentación médica basada en técnicas fotónicas y los dispositivos de captación de señales mediante las mismas.

**Breve resumen del contenido del curso**

- Nociones básicas de propiedades de una radiación láser: generación, parámetros característicos y detección.
  - Características de una radiación óptica coherente
  - Distintos tipos de láseres empleados en Medicina
  - Propiedades de las distintas radiaciones ópticas de acuerdo con su longitud de onda, potencia y forma de trabajo, para su empleo en Medicina
  - Detección y caracterización de haces láser
  - Encaminado de radiaciones láser mediante fibras ópticas
- Interacción radiación láser – tejido humano
  - Principales fenómenos físicos existentes
  - Principales parámetros de trabajo
  - Variación del estado final de acuerdo con las condiciones iniciales
  - Técnicas de estimulación y retardo de los diferentes procesos
  - Procesos in vitro e in vivo
- Terapia láser de los diferentes tipos de tejidos
  - Procesos cutáneos. Cauterización y corte superficial.
  - Tratamiento terapéutico interno de entornos cerrados.
  - Abrasión y restauración
  - Aplicaciones en odontología, oftalmología y sistema digestivo.
- Tecnologías fotónicas de detección de estados biológicos
  - Sensores optoelectrónicos.
  - Sensores basados en fibra óptica
  - Medición fotónica de parámetros físicos en tejidos biológicos
- Modelización fotónica de comportamientos sensoriales
  - Distintos tipos de emulación de la retina.
  - Interpretación de fenómenos internos en el cortex visual.
  - Compatibilidades y rechazos

**Bibliografía**

- *Laser in Medicine*. W. Waidelich (ed). Berlin, Heidelberg, New York: Springer, (1992).
- Tunér, J., and Hode, L. *Low Level Laser Therapy—Clinical Practise and Scientific Background*. Sweden: Prima Books, (1999).
- Ohshiro, T. *Low Level Laser Therapy: A Practical Introduction*. New York: John Wiley and Sons, (1988).
- *Laser applications in medicine and surgery*. G. Galetti, U. Bolognani, eds. Bologna: Monduzzi, (1992).
- *Biomedical optical instrumentation and laser-assisted biotechnology*. A.M. Verga Scheggi, et al. (eds.). New York: Kluwer Academic Publishers, (1996).
- *Biophysics*. W. Hoppe, W. Lohmann, H. Marke, et al. (eds.). Heidelberg: Springer-Verlag, (1983)

<sup>11</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

- *Lasers in medical dentistry*. Simunovic, Z. (ed.). Vitgraf: Rijeka, (2000)
- Halcin, H.H., and Uitto, J. *Lasers in cutaneous and aesthetic surgery*. Philadelphia: Lippincott-Raven, (1997).
- *Sistemas y redes de comunicaciones ópticas*. J.A. Martín-Pereda. Prentice Hall. (2004).
- J.A. Martín-Pereda & A. González-Marcos, "A New Approach to Optical Fibre Sensing Techniques based on the Sensory Systems of the Living Bodies". En "Handbook Of Optical Fibre Sensing Technology". Editor.: José Miguel López-Higuera. Wiley, pp. 769-781. (2002).
- J.A. Martín-Pereda, "Biophotonic and Photobiological Sensors". Capítulo 11 del libro "OPTICAL Sensors". Ed.: J.M. López-Higuera. pp.233-256. Universidad de Cantabria. Santander. (1998).
- J.A. Martín-Pereda & A. González-Marcos: "Some Connections between Neurophysiology and Optical Computing based on the Theory of Complexity". En "Fluctuation Phenomena: Disorder And Nonlinearity". Eds.: J. Bishop & L. Vázquez. pp. 107-113. World Scientific Press. Singapur. (1995).

En paralelo se utilizarán revistas de la especialidad como: *Laser Therapy.*, *Lasers Surg. in Medicine*, *J. Clin. Laser Med. Surg.*, *J. Invest. Dermatol.*, *Optics Lett.*, *Biophotonics*, *Science and Nature*, así como las Actas de Congresos especializados, como por ejemplo, los realizados por SPIE y entre los que se encuentran los de *Laser Tissue Interaction* y *Lasers in oncology*.

### **Metodología**

El curso se divide en dos partes: una primera dedicada a cursos presenciales y una segunda relativa a la realización de trabajos por los alumnos y comentarios por la clase. La evaluación del curso se realizará por la presentación de dichos trabajos.

### **Criterios de evaluación**

- Conocimiento general de los contenidos de la asignatura
- Calidad del trabajo desarrollado (estado del arte del tema, actualidad de los contenidos expuestos, implicaciones sociales del tema).

### **Lugar de impartición**

ETSI TELECOMUNICACIÓN

**Nº de créditos:**                      4 Créditos, Teóricos: 4                      Prácticos: 0

### **Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Noviembre– Junio

### **Otras observaciones**

**Nombre, código, tipo<sup>12</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

Code	Biomateriales y Materiales Biológicos	Tipo Carácter	F OP
------	---------------------------------------	------------------	---------

**Profesorado del curso**

Profesor	Categoría	Horas Previstas
Manuel Elices Calafat	CU	12
Gustavo V. Guinea Tortuero	CU	18

**Objetivos del curso**

Conocimiento de los grupos de biomateriales y materiales biológicos más importantes. Conocimiento de la relación entre su estructura y propiedades.

**Breve resumen del contenido del curso**

Tema 1 Introducción  
 Tema 2 Propiedades mecánicas  
 Tema 3 Propiedades superficiales  
 Tema 4 Materiales naturales  
 Tema 5 Fibras biológicas  
 Tema 6 Materiales duros  
 Tema 7 Materiales blandos  
 Tema 10 Biomateriales metálicos  
 Tema 11 Biomateriales cerámicos  
 Tema 12 Biomateriales poliméricos  
 Tema 13 Biomateriales compuestos  
 Tema 14 Geles  
 Tema 15 Recubrimientos y láminas delgadas  
 Tema 16 Respuesta biológica y biocompatibilidad  
 Tema 17 Ingeniería de tejidos

**Bibliografía**

Structural Biological Materials (Edited by M. Elices), Pergamon Elsevier Science, Oxford, 2000  
 Biomateriales, Aquí Y Ahora. M. Vallet-Regí And L. Munuera, Dykinson, S.L., Madrid, 2000.  
 Biomaterials Science. An Introduction To Materials In Medicine. Ed. By Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack Lemons. Academic Press. Usa. 1996  
 Biomedical Surface Science: Foundations To Frontiers. Ed. By D.C. Castner & B.D. Ratner. Surface Science, 2002  
 Biological Performance Of Materials: Fundamentals Of Biocompatibility. Jonathan Black. John Wiley & Sons, Inc. New York. 1992.  
 High Performance Biomaterials. Ed. Michael Szycher, Ph. D. Technomic Publishing Company, Inc. Lancaster. 1991.

**Metodología**

20 Clases magistrales de 50 minutos de duración  
 3 prácticas de laboratorio de 2.5 horas de duración

**Criterios de evaluación**

- El aprobado en la asignatura se consigue con un mínimo de asistencia a clase del 80% y la realización de las tres prácticas de laboratorio.
- Además, los alumnos deben realizar un examen final consistente en 20 preguntas cortas y dos preguntas largas o problemas que determina su calificación definitiva.
- En caso de no cumplir la condición de aprobado, los alumnos deben sacar más de 5 puntos en el examen final para aprobar la asignatura.

**Lugar de impartición**

ETSI Caminos, Canales y Puertos

**Nº de créditos:**

3: 2 Teóricos y 1 Práctico

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Segundo semestre del curso. Día por determinar. Horario de 9:30 a 12:00

**Otras observaciones**

- Número máximo de alumnos: 20
- 2º cuatrimestre.

<sup>12</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo



**Nombre, código, tipo<sup>13</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

<b>Code</b>	<b>Biomecánica</b>	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

**Profesorado del curso**

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Emilio Bautista Paz	CU	10
Pilar Lafont Morgado	CU	10
Antonio Ros Felip	PTU	10
Rafael Claramunt Alonso	PTU	10

**Objetivos del curso**

Conocimiento de la cinemática y la cinética de los mecanismos y estructuras de los sistemas del cuerpo humano

**Breve resumen del contenido del curso**

Concepto de Biomecánica . Comportamiento biomecánico de los tejidos, estructuras y sistemas corporales . Fundamentos y técnicas de análisis biomecánico del organismo humano.

**CONCEPTO DE BIOMECÁNICA Y CAMPOS DE APLICACIÓN**

- Biomecánica:

Concepto. Historia. Diferencias entre Bioingeniería y Biofísica. Tecnología de la naturaleza frente a la tecnología humana. Diseño biológico y diseño humano.

Los seres vivos como mecanismos y máquinas. Consideraciones energéticas

- Campos de aplicación de la Biomecánica

Médicas. Seguridad Social e Higiene en el Trabajo. Diseño Industrial

Ergonómico. Deporte. Accidentología

**FUNDAMENTOS DE LA MECÁNICA DE LOS SÓLIDOS REALES**

- Modelos de equilibrio y cinemático

- Modelos de comportamiento: elástico, viscoelástico y plástico

- Caracterización mecánica

- Tensiones y deformaciones en tracción, cortadura, flexión y torsión

- Métodos de análisis numéricos y experimentales

- Rotura de materiales

**COMPORTEAMIENTO MECÁNICO DE LOS MATERIALES BIOLÓGICOS**

- Histología

- Biomecánica de las fibras

- Biomecánica de los tejidos flexibles

- Biomecánica de los tejidos rígidos

**BIOESTRUCTURAS**

- Análisis estructural

Tipos de estructuras. Enlaces y uniones. Solicitaciones, tensiones y deformaciones. Estabilidad. Rotura

- Estructuras óseas humanas

Elementos estructurales

Conjuntos estructurales

**MECANISMOS BIOLÓGICOS HUMANOS**

- Articulaciones

Tipos. Articulaciones de potencia. Lubricación.

Articulaciones del miembro superior: hombro, codo, pronosupinación, muñeca y mano.

Articulaciones del miembro inferior: cadera, rodilla, tobillo y bóveda plantar

Troco y raquis

- Mecanismos de precisión

Visión. Audición. Fonación. Equilibrio

**EL MOTOR DE LOS BIOMECANISMOS**

- El músculo

Generalidades. Tipos de músculos. Funciones del músculo esquelético.

Fisicoquímica del músculo. Mecanismos de activación. Modelos de músculo

- Control muscular

Complejidad progresiva del mecanismo de control. Automatismos intermedios.

Protección del sistema de control. Estructura global

**Prácticas**

- Ensayos de caracterización mecánica de biomateriales

<sup>13</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

- Análisis numérico-experimental de bioestructuras
- Análisis experimental de conjunto estructural prótesis-hueso

### ***Bibliografía***

**Introducción a la Mecánica de los Sólidos.** V. Zubizarreta, A. Ros . Sección de Publicaciones de la ETSII 2002  
**Fisiología articular.** A. Kapandji. Editorial Médica Panamericana. Madrid 1999  
**Biomecánica articular y sustituciones protésicas.** Instituto de Biomecánica de Valencia. 1998  
**Diseño Mecánico en Organismos.** S.A. Wainwright, W.D. Biggs. H. Blume 1980

### ***Metodología***

Clases magistrales y prácticas de laboratorio

### ***Criterios de evaluación***

Asistencia y examen

### ***Lugar de impartición***

E.T.S.I. Industriales

### ***Nº de créditos:***

4 Teóricas: 3 Prácticas: 1

### ***Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto***

Un cuatrimestre a determinar

DESCRIPCIÓN DE LOS CURSOS EN EL PRIMER PERÍODO DEL PROGRAMA INTERDEPARTAMENTAL DE DOCTORADO DE INGENIERIA BIOMEDICA

**Nombre, código, tipo<sup>14</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

<b>Code</b>	<b>Biomecánica de Tejidos Blandos</b>	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

**Profesorado del curso**

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
José M. Goicolea Ruigómez	CU	20
Felipe Gabaldón Castillo	TU	10

**Objetivos del curso**

Conocimiento de la estructura y propiedades y mecánicas más importantes de los tejidos del cuerpo humano, y su relevancia para la función fisiológica y en el desarrollo de patologías. Conocimiento de los métodos experimentales y modelos de cálculo para su interpretación.

**Breve resumen del contenido del curso**

- Tema 1 Tipos de tejidos en el cuerpo humano.
- Tema 2 Respuesta mecánica de tejidos y órganos.
- Tema 3 Conceptos de mecánica de medios continuos no lineal.
- Tema 4 Sólidos bioviscoelásticos.
- Tema 5 Mecánica celular.
- Tema 6 Mecánica de biofluidos.
- Tema 7 Propiedades mecánicas y remodelación.
- Tema 8 Músculo (esqueletal, corazón, músculo suave).
- Tema 9 Cartílagos, ligamentos, tendones.
- Tema 10 Sistema Cardiovascular. Sistema respiratorio. Cerebro.
- Tema 11 Métodos de cálculo. Elementos Finitos.

**Bibliografía**

- Biomechanics: Motion, Flow, Stress and Growth.* Y.C. Fung, Springer, 1990.
- Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues* (2nd ed). Y.C. Fung, Springer, 1990.
- Cardiovascular Solid Mechanics: Cells, Tissues and Organs.* J.D. Humphrey, Springer, 2002.
- Physical properties of tissue. A comprehensive reference book.* Duck FA. Academic Press London 1990
- Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System.* Nordin M, Frankel VH. Lippincott Williams & Wilkins Publishers; 3rd ed. 2001

**Metodología**

- 20 Clases magistrales de 50 minutos de duración
- 3 prácticas de laboratorio computacional de 2.5 horas de duración

**Criterios de evaluación**

- a) El aprobado en la asignatura se consigue con un mínimo de asistencia a clase del 80% y la realización de las tres prácticas de laboratorio.
- b) Además, los alumnos deben realizar un examen final consistente en 20 preguntas cortas y dos preguntas largas o problemas que determina su calificación definitiva.
- c) En caso de no cumplir la condición de aprobado, los alumnos deben sacar más de 5 puntos en el examen final para aprobar la asignatura

**Lugar de impartición**

ETSI Caminos, Canales y Puertos

**Nº de créditos:**

3, 2 Teóricos y 1 Práctico

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Segundo semestre del curso. Día por determinar. Horario de 9:30 a 12:00

**Otras observaciones**

- Horario previsto 1.er cuatrimestre, lunes de 16 a 18 horas.
- Número máximo de alumnos: 20

<sup>14</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo

**Nombre, código, tipo<sup>15</sup> y carácter<sup>2</sup> del curso**

<b>Code</b>	<b>Biomateriales, Biocompatibilidad y Biodeterioro</b>	<i>Tipo</i>	<i>F</i>
		<i>Carácter</i>	<i>OP</i>

**Profesorado del curso**

<i>Profesor</i>	<i>Categoría</i>	<i>Nº de horas previstas por profesor</i>
Carlos Ranninger Rodríguez	Catedrático de Universidad	12
Diego A. Moreno Gómez	Profesor Titular de Universidad	18

**Objetivos del curso**

Clasificación y descripción de los biomateriales. Biocompatibilidad y estabilidad biológica. Formación y caracterización de biopelículas. Infecciones asociadas. Biodeterioro

**Breve resumen del contenido del curso**

Introducción

Materiales metálicos para aplicaciones médicas

Materiales no metálicos para aplicaciones médicas

Recubrimientos, adhesivos y cementos

Aplicaciones clínicas de los biomateriales

Biopelículas. Infecciones asociadas

Biocompatibilidad de los biomateriales

Biodeterioro de los materiales

**Prácticas**

Microestructuras de biomateriales

Colonización de biomateriales por microorganismos

Preparación y observación de biopelículas por microscopía electrónica de barrido.

**Bibliografía**

**Fundamentos de Ingeniería biotecnológica.** M.A. Fernández López, D.A. Moreno Gómez. 500 pp. CEPADE-UPM

**Biodeterioro.** D.A. Moreno Gómez. Documentación del Curso de Postgrado y Doctorado. UPM

**Antimicrobial / Anti-Infective Materials.** Ed. Samuel P. Sawan, Gurusamy Manivannan. 2000. Technomic. Penns.

**Recent Research Developments in Biomaterials 2002.** Ed. Yoghito Ikada. Research Signpost

**Materials for Medical Devices.** Ed. J.R. Davis. 2003. ASM Int. USA

**Metodología**

Clases magistrales, fases de coloquio y debate con alumnos y prácticas de laboratorio

**Criterios de evaluación**

Asistencia y examen tipo test de 50 preguntas

**Lugar de impartición**

E.T.S. Ingenieros Industriales

**Nº de créditos:**

3

**Fecha de inicio, fecha de finalización y horario previsto**

Un cuatrimestre a determinar – Horario de 18 a 21 horas

–Número máximo de alumnos: 25

<sup>15</sup> Fundamental, afín o metodológico

<sup>2</sup> Obligatorio Optativo