

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2016-2017

Identificación y características de la asignatura													
Código	401253							Créditos ECTS	6				
Denominación (español)	Biomateriales												
Denominación (inglés)	Biomaterials												
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería Biomédica												
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales												
Semestre	2º	Carácter	Obligatorio										
Módulo	Dispositivos, Métodos y Técnicas de la Ingeniería Biomédica												
Materia	Fundamentos de Dispositivos, Métodos y Técnicas												
	Profesor/es												
Nombre	Despacho			Correo-e				Página web					
Pedro Miranda González	B0.15 EII			<a href="mailto:pmiranda@unex.es">pmiranda@unex.es</a>				<a href="http://campusvirtual.unex.es/">http://campusvirtual.unex.es/</a>					
Amparo M <sup>a</sup> Gallardo Moreno	A110 Ed. Física, F. Ciencias			<a href="mailto:amparogm@unex.es">amparogm@unex.es</a>				<a href="http://campusvirtual.unex.es/">http://campusvirtual.unex.es/</a>					
Área de conocimiento	Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica / Física Aplicada												
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales / Física Aplicada												
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Amparo M <sup>a</sup> Gallardo Moreno												
Competencias (ver <a href="#">tabla</a> )													
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas (I)	Marcar con una "X"	Competencias Específicas (II)	Marcar con una "X"	Comp. Alumnos del Ámbito Tecnológico-Científico	Marcar con una "X"	Comp. Alumnos del Ámbito Biomédico	Marcar con una "X"
CB6	X	CG1		CT1	X	CE1	X	CE18		CeTC1		CeB1	
CB7	X	CG2		CT2	X	CE2		CE19		CeTC2		CeB2	
CB8	X	CG3	X	CT3	X	CE3		CE20		CeTC3		CeB3	
CB9	X	CG4	X	CT4	X	CE4		CE21		CeTC4		CeB4	
CB10	X	CG5	X	CT5	X	CE5		CE22		CeTC5		CeB5	
		CG6	X	CT6	X	CE6		CE23		CeTC6		CeB6	
		CG7	X	CT7	X	CE7		CE24		CeTC7		CeB7	
		CG8	X	CT8	X	CE8		CE25		CeTC8		CeB8	
		CG9		CT9	X	CE9		CE26		CeTC9			
		CG10	X			CE10		CE27		CeTC10			
		CG11	X			CE11		CE28		CeTC11			
		CG12	X			CE12		CE29		CeTC12			
		CG13	X			CE13		CE30					
						CE14		CE31					
						CE15		CE32					
						CE16	X	CE33					
						CE17							
Contenidos													

<b>Breve descripción del contenido</b>
<p>Definiciones básicas e historia de los biomateriales. Biomateriales metálicos. Metales biocompatibles y biodegradables. Métodos de fabricación, propiedades y aplicaciones. Desgaste mecánico y corrosión en metales y liberación de iones. Biomateriales cerámicos. Cerámicos biocompatibles y biodegradables. Métodos de fabricación, propiedades y aplicaciones. Biodegradación y desgaste mecánico en cerámicos. Biomateriales poliméricos. Polímeros sintéticos y naturales. Polímeros biodegradables y polímeros inteligentes. Métodos de síntesis y conformado, propiedades y aplicaciones. Degradación bioquímica y desgaste mecánico de polímeros. Otros biomateriales: Biomateriales compuestos, cementos, etc. Métodos de fabricación, propiedades y aplicaciones. Propiedades físico-químicas, eléctricas y topográficas de la superficie de los biomateriales. Métodos de evaluación. Métodos físicos y químicos para la modificación superficial de los biomateriales. Adsorción de proteínas y otras biomacromoléculas a los biomateriales. Métodos de evaluación. Adhesión de microorganismos y formación de biocapas microbianas en los biomateriales. Métodos de evaluación. Adhesión y proliferación celular y biocompatibilidad de los biomateriales. Hemocompatibilidad. Métodos de evaluación. Ensayos in vivo de biomateriales. Modelos animales utilizados en distintas aplicaciones. Ingeniería de tejidos. Métodos de fabricación de andamiajes. Materiales y métodos para regeneración de diferentes tipos de tejidos. Liberación controlada de fármacos</p>
<b>Temario de la asignatura</b>
<p>Denominación del tema 1: <b>Introducción a los Biomateriales</b>            Contenidos del tema 1: Definiciones básicas. Historia de los biomateriales.  <b>Seminario 1:</b> Utilización de bases de datos online para la realización de búsquedas bibliográficas. <b>(1 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 2: <b>Biomateriales Metálicos</b>            Contenidos del tema 2: Metales biocompatibles. Aleaciones con memoria de forma. Corrosión y desgaste de metales en el entorno biológico. Metales biodegradables.</p>
<p>Denominación del tema 3: <b>Biomateriales Cerámicos y Vítreos</b>            Contenidos del tema 3: Cerámicas bioinertes. Materiales cerámicos y vítreos bioactivos y biodegradables. Materiales cerámicos y vítreos naturales o biomiméticos. Recubrimientos cerámicos bioactivos. Cementos.  <b>Práctica 1:</b> Preparación de Fluído Corporal Simulado (<i>Simulated Body Fluid, SBF</i>) para ensayo de bioactividad. <b>(2 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 4: <b>Biomateriales Poliméricos</b>            Contenidos del tema 4: Biopolímeros no degradables. Polímeros bioactivos y biodegradables. Polímeros de origen biológico y biomiméticos. Biopolímeros inteligentes.  <b>Práctica 2:</b> Observación al microscopio de capas bioactivas formadas tras la inmersión de biomateriales en SBF. <b>(2 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 5: <b>Biomateriales Compuestos</b>            Contenidos del tema 5: Compuestos de matriz polimérica. Otros Biomateriales compuestos.</p>
<p>Denominación del tema 6: <b>Ingeniería de Tejidos</b>            Contenidos del tema 6: Concepto y métodos. Materiales para ingeniería de tejidos. Métodos de fabricación de andamiajes.  <b>Práctica 3:</b> Fabricación de andamiajes mediante una técnica de conformado libre: el moldeo robotizado. <b>(2 h)</b>  <b>Práctica 4:</b> Exposición de proyectos <b>(2h)</b></p>
<p>Denominación del tema 7: <b>Superficie de biomateriales</b>            Contenidos del tema 7: Volumen, superficie, e interfase de los biomateriales con el medio. Biocompatibilidad. Propiedades superficiales geométricas, composicionales, físico-químicas,</p>

eléctricas; Métodos de análisis y evaluación.

**Práctica 5:** Caracterización topográfica, físico-química y eléctrica de superficies. (4 h)

Denominación del tema 8: **Modificación de las superficies**

Contenidos del tema 8: Modificaciones superficiales que alteran la respuesta del biomaterial. Modificaciones de la micro y nanotopografía de la superficie. Recubrimientos superficiales por unión covalente y no covalente. Liberación controlada de fármacos.

**Práctica 6:** Caracterización de composición química de un recubrimiento superficial (2 h)

Denominación del tema 9: **Interacción de los biomateriales con fluidos fisiológicos**

Contenidos del tema 9: Composición de los fluidos fisiológicos. Retención de proteínas y otras macromoléculas en las superficies. Estructura y características de la fase adsorbida. Procesos competitivos y envejecimiento superficial.

Denominación del tema 10: **Interacción *in vitro* de los biomateriales con células y microorganismos**

Contenidos del tema 10: Respuestas celulares *in vitro*. Adhesión, proliferación y diferenciación celular sobre los biomateriales. Infecciones asociadas a implantes y prótesis. Adhesión y formación de biocapas microbianas sobre los biomateriales. Interacción de células y microorganismos con nanopartículas.

Denominación del tema 11: **Respuestas *in vivo* de los biomateriales**

Contenidos del tema 11: Modelos de ensayos *in vivo* en animales. Regulación. Regeneración tisular.

### Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
Tema/Evaluación	Total	GG	S	O	L	TP	EP
1	5.5	1.5	1	0	0	0	3
2	13.5	4.5	0	0	0	0	9
3	16.5	4.5	0	0	2	0	9
4	15.5	4.5	0	0	2	0	9
5	4.5	1.5	0	0	2	0	3
6	16.5	3	0	0	2	1.5	9
7	17.5	4.5	0	0	4	0	9
8	15.5	4.5	0	0	2	0	9
9	13.5	4.5	0	0	0	0	9
10	13.5	4.5	0	0	0	0	9
11	9	3	0	0	0	0	6
<b>Evaluación del conjunto</b>	9	3	0	0	0	0	6
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>43.5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>1.5</b>	<b>90</b>

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).

S: Seminario (clases de problemas, seminarios, casos prácticos = 40 estudiantes).

O: Ordenador (prácticas en sala de ordenadores = 30 estudiantes).

L: Laboratorio (prácticas de laboratorio o de campo = 15 estudiantes).

TP: Tutorías programadas (seguimiento docente tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Clases magistrales participativas con ayuda de pizarra y ordenador. El material utilizado en clase (esquemas, figuras) se pondrá a disposición de los alumnos para facilitar el trabajo autónomo.	X

<p>2. Las prácticas se realizan en los laboratorios / aulas de informática, en grupos de 15 alumnos/profesor como máximo, en días consecutivos (sesiones de 3-4 horas/día) o en semanas consecutivas (sesiones de 2 horas/semana), hasta completar los créditos estipulados. Además, en el aula de informática el alumno se familiarizará con las aplicaciones y lugares web que pueden ser útiles en el desarrollo conceptual o aplicado de la asignatura. Así mismo, se llevará a cabo la exposición de seminarios realizados por los alumnos.</p>	<p>X</p>
<p>3. Se realizarán tutorías programadas en grupos de un máximo de 5 alumnos para guiarlos en el proceso enseñanza-aprendizaje y darle las pautas generales de preparación de seminarios que serán expuestos posteriormente al grupo grande. Además, en las tutorías académicas se atiende al alumno de manera personalizada, durante el horario establecido, fundamentalmente para aclararle dudas sobre contenidos explicados en clases de teoría y prácticas.</p>	<p>X</p>
<p>4. Exámenes teóricos escritos que podrán incluir preguntas tipo test, preguntas cortas y problemas. Examen práctico que valorará las habilidades adquiridas y que podrá incluir diferentes tipos de preguntas sobre los fundamentos de las prácticas e imágenes que requieren una respuesta concreta. Desarrollo de supuestos prácticos.</p>	<p>X</p>
<p>5. Consiste en el estudio de los contenidos teóricos y prácticos de cada asignatura utilizando la información proporcionada por el profesor en las clases: contenidos expuestos, bibliografía recomendada y recursos disponibles en la red. También se fomentará la participación en el aula virtual.</p>	<p>X</p>

### Recursos y metodología de trabajo en las actividades presenciales:

Las actividades expositivas cumplen la función de vertebrar el proceso de aprendizaje del alumno a lo largo de la asignatura. Los alumnos contarán con las transparencias utilizadas en clase por el profesor a su libre disposición mediante descarga online, con lo que podrán disponer de ellas en soporte papel para ayudarles al seguimiento de las explicaciones en clase y a la realización de anotaciones. Dichas transparencias estarán en inglés y/o español. Se fomentará también que el inglés sea, al menos en parte de la asignatura, el idioma empleado en el aula tanto por el profesor como por los alumnos, cuya participación activa será incentivada, de manera que puedan practicar la comunicación oral en dicho idioma y resolver dificultades o dudas sobre su uso.

Las actividades prácticas incluirán la realización de experiencias de laboratorio, en las que se valorará tanto la participación como el resultado del aprendizaje.

### Recursos y metodología de trabajo en las actividades no presenciales

Entre las actividades no presenciales se desarrollará un proyecto donde los alumnos individualmente o por grupos reducidos escogerán una aplicación de su interés e intentarán profundizar en las características de los biomateriales utilizados en ella para la elaboración de un trabajo/proyecto monográfico bajo tutorización del profesor que dará lugar a la elaboración de un informe final y que será expuesto y discutido con otros compañeros en el aula, todo ello preferiblemente en lengua inglesa. Los alumnos deberán utilizar la información suministrada por el profesor y hacer sus propias búsquedas bibliográficas utilizando herramientas online, cuya utilización será también explicada en el aula por el profesor. Estas actividades permiten estimular la profundización en un aspecto específico que sea de mayor interés para el alumno y por otro lado, constituye un marco muy adecuado para practicar algunas competencias transversales vinculadas a la recogida de información y comprensión de trabajos especializados o la elaboración de documentos y

presentaciones de carácter científico. Por otro lado, la exposición final en el aula de estos trabajos en grupos reducidos permitirá que los alumnos practiquen sus capacidad de habla en publico, comunicación oral en inglés (tanto durante la exposición como en la posterior discusión), así como desarrollar capacidad crítica de los trabajos propios y ajenos. Además, durante estas exposiciones el resto de alumnos de la clase puede adquirir conocimientos sobre el contenido específico de cada trabajo expuesto.

Las tutorías programadas serán utilizadas para el seguimiento de las actividades que los alumnos deberán realizar fuera del aula para elaboración de dicho trabajo monográfico. Estas tutorías por un lado servirán para orientar la elaboración de dicho trabajo de forma individualizada, tanto en lo relativo al planteamiento del problema y/o la recogida de la información, como en el tratamiento e interpretación de la información recogida, así como en la elaboración de su presentación formal por escrito y de la preparación de la exposición oral. Por otro lado estas actividades permitirán al profesor evaluar competencias transversales como la constancia, capacidad organizativa y de trabajo en equipo o la iniciativa y capacidad de liderazgo de los alumnos. Estas actividades de orientación/discusión se complementarán con recursos tecnológicos de tutorización virtuales mediante foro y/o correo electrónico.

### Resultados de aprendizaje

El alumno aprenderá los requisitos necesarios para que un material pueda utilizarse en contacto con organismos vivos. Conocerá qué materiales pueden actualmente utilizarse en aplicaciones biomédicas, y cuáles son las tendencias actuales en investigación y desarrollo de biomateriales. Aprenderá a seleccionar el biomaterial más apropiado para una determinada aplicación o implante y conocerá las metodologías y procedimientos necesarios para la utilización de biomateriales en la práctica (esterilización, ensayos toxicológicos y de biocompatibilidad, etc.), siendo consciente de los aspectos legales y éticos asociados al uso de materiales en seres vivos.

### Sistemas de evaluación

#### Criterios de evaluación

- CR1:** Conocer, explicar y relacionar los conceptos teóricos expuestos en clase para escoger el biomaterial más adecuado para una aplicación.
- CR2:** Conocer y comprender los requisitos legales, éticos y de comportamiento físico que han de tenerse en cuenta a la hora de desarrollar nuevos biomateriales.
- CR3:** Capacidad para realizar búsquedas bibliográficas y manejar documentación científica utilizando métodos convencionales y telemáticos. Capacidad para comprender y comunicar adecuadamente tanto oralmente como por escrito los resultados de esta investigación bibliográfica, preferentemente en lengua inglesa.
- CR4:** Capacidad para desenvolverse en el laboratorio y realizar ensayos y procedimientos habituales en la ciencia e ingeniería de biomateriales.
- CR5:** Participar activamente tanto en las actividades presenciales como no presenciales. Aportación de ideas y críticas constructivas a la metodología docente, y a los trabajos y presentaciones de otros compañeros.

#### Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes ponderaciones (en %):

	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>
1. Exámenes teóricos escritos u orales que podrán incluir preguntas de desarrollo, tipo test, preguntas cortas, problemas...	60	60
2. Examen práctico que valorará, mediante diferentes tipos de preguntas y actividades, las habilidades adquiridas y el conocimiento de los fundamentos de las prácticas.*	10*	10*
3. Realización de ejercicios y trabajos propuestos en clase. Presentaciones en público. Trabajo en grupo. Actividades en el campus virtual (autoevaluaciones, glosarios, ...)	20	20
4. Asistencia a clases teóricas y a prácticas, así como el grado de participación y actitud en las clases teóricas y en las prácticas.	10	No Recuperable
5. Realización de memorias de las actividades realizadas en las prácticas externas. Informes de los tutores de las prácticas externas.	0	0

\* La evaluación de los resultados de las actividades prácticas realizadas en el laboratorio tendrá lugar durante y/o a la finalización de cada actividad mediante la entrega de una memoria y/o la realización de una prueba escrita.

Las calificaciones de la prueba escrita y del trabajo monográfico deberán superar un 3 sobre 10 para ser contabilizadas en la calificación final. La calificación cuantitativa final se indicará en una escala de 0 a 10 con una única cifra decimal.

### **Bibliografía y otros recursos**

#### **Bibliografía básica**

- 1.- Biomaterials Science : An Introduction to Materials in Medicine, 2nd Edition. Edited by B.D. Ratner, A.S. Hoffman, F.J. Schoen, and J.E. Lemons. Elsevier Academic Press (2004).
- 2.- Comprehensive Biomaterials. Edited by P. Ducheyne, K.E. Healy, D.W. Hutmacher, D.W. Grainger, C.J. Kirkpatrick. Elsevier Ltd. (2011).
- 3.- BioMEMS and Biomedical Nanotechnology. Volume I: Biological and Biomedical Nanotechnology. Edited by A.P. Lee, J. Lee, M. Ferrari. Springer Science+Business Media, LLC (2006).
- 4.- Physical Chemistry of Surfaces, 6th Edition. A.W. Adamson, A.P. Gast. Wiley (1997).
- 5.- Intermolecular and Surface Forces. 3rd Edition J.N. Israelachvili. Academic Press (2010).

#### **Bibliografía complementaria**

- 1.- Biomaterials, artificial organs and tissue engineering (PBK). Larry L. Hench and Julian R. Jones. CRC Press (2005).

- 2.- Introduction to Biomaterials. Mauro Ferrari, Tejal A. Desai. Wiley-Blackwell (2008).
- 3.- Biomaterials: An Introduction. Roderic S. Lakes, Joon B. Park. Plenum Press, New York (1992).
- 4.- Biological Performance of Materials: Fundamentals of Biocompatibility, Fourth Edition Jonathan Black. CRC Press (2005).
- 5.- Tissue engineering using ceramics and polymers. Edited by A R Boccaccini and J Gough. Woodhead Publishing Limited (2007).
- 6.- Biomedical Nanostructures, Edited by Kenneth E. Gonsalves, Craig R. Halberstadt, Cato T. Laurencin, and Lakshmi S. Nair. John Wiley&Sons, Inc. (2008).
- 7.- BioMEMS and Biomedical Nanotechnology, Volume I: Biological and Biomedical Nanotechnology. Editor-in-chief: Ferrari, Mauro Lee, Abraham P.; Lee, L. James (Eds.) Springer (2006).
- 8.- Interfacial Forces in Aqueous Media. 2nd Edition C.J. Van Oss, CRC Press (2006)

### **Páginas web**

- 1.- Sociedad americana de biomateriales: <http://www.biomaterials.org>
- 2.- Sociedad europea de biomateriales: <http://www.esbiomaterials.eu/>
- 3.- Centro de Ingeniería de Biofilms de la Universidad de Montana (Canadá)  
<http://www.biofilm.montana.edu/>
- 4.- Fundación AO (Davos, Suiza): <http://www.aofoundation.org>

### **Horario de tutorías**

Tutorías Programadas: El horario y lugar de las tutorías programadas se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente determinados por la Dirección del Centro.

Tutorías de libre acceso: El horario y lugar de las tutorías de libre acceso se publicarán, mediante los procedimientos establecidos para ello, en cuanto sean oficialmente aprobados por el Departamento.

### **Recomendaciones**

Para un adecuado seguimiento de la asignatura es recomendable (para estudiantes provenientes de rama biosanitaria) haber cursado y superado con anterioridad las asignaturas de *Materiales y Elasticidad* y de *Física*.

Se recomienda también hacer uso del Campus virtual de la Asignatura para consultar dudas, intercambiar documentación de cada tema y presentar los trabajos.