

## PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2017-2018

Identificación y características de la asignatura											
Código	502664					Créditos ECTS	6				
Denominación (español)	Biomateriales										
Denominación (inglés)	Biomaterials										
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Materiales										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	7º	Carácter	Optativo								
Módulo	Optatividad										
Materia	Intensificación en Ingeniería de Materiales										
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://materiales.unex.es">http://materiales.unex.es</a>				
Área de conocimiento	Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica										
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales										
Profesor coordinador (si hay más de uno)											
Competencias (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasGrados">http://bit.ly/competenciasGrados</a> )											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	X
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	X
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	X
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	X
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	X
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	X
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	X
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	X
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	X
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	X
		CG11	X					CECRI11		CETE11	X
		CG12	X					CECRI12		CETFG	
Contenidos											
Breve descripción del contenido											
Clasificación y propiedades de los biomateriales. Interfase material-huésped. Ingeniería de tejidos. Biodegradación de materiales. Ensayos in vitro e in vivo. Aplicaciones biomédicas de los biomateriales. Aspectos sociológicos, éticos y legales.											

<b>Temario de la asignatura</b>
<p>Denominación del tema 1: <b>Introducción a los Biomateriales</b></p> <p>Contenidos del tema 1: Definiciones básicas. Historia de los biomateriales.</p> <p><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></p> <p>Contenidos del tema 2: Metales biocompatibles. Aleaciones con memoria de forma. Corrosión y desgaste de metales en el entorno biológico. Metales biodegradables.</p> <p><b>Práctica 1:</b> Memoria de forma y comportamiento superelástico <b>(2 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 3: <b>Biomateriales Cerámicos y Vítreos</b></p> <p>Contenidos del tema 3: Cerámicas bioinertes. Materiales cerámicos y vítreos bioactivos y biodegradables. Materiales cerámicos y vítreos naturales o biomiméticos. Recubrimientos cerámicos bioactivos. Cementos.</p> <p><b>Práctica 2:</b> Fabricación convencional de un cerámico bioinerte. <b>(2 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 4: <b>Biomateriales Poliméricos</b></p> <p>Contenidos del tema 4: Biopolímeros no degradables. Polímeros bioactivos y biodegradables. Polímeros de origen biológico y biomiméticos. Biopolímeros inteligentes.</p>
<p>Denominación del tema 5: <b>Biomateriales Compuestos</b></p> <p>Contenidos del tema 5: Compuestos de matriz polimérica. Otros Biomateriales compuestos.</p>
<p>Denominación del tema 6: <b>Ingeniería de Tejidos</b></p> <p>Contenidos del tema 6: Concepto y métodos. Materiales para ingeniería de tejidos. Métodos de fabricación de andamiajes.</p> <p><b>Práctica 3:</b> Fabricación de andamiajes mediante fabricación aditiva: moldeo robotizado. <b>(2.5 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 7: <b>Superficie de biomateriales</b></p> <p>Contenidos del tema 7: Volumen, superficie, e interfase de los biomateriales con el medio. Biocompatibilidad. Propiedades superficiales geométricas, composicionales, fisico-químicas, eléctricas; Métodos de análisis y evaluación.</p>
<p>Denominación del tema 8: <b>Modificación de las superficies</b></p> <p>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.</p> <p><b>Práctica 4:</b> Deposición de un recubrimiento mediante la técnica sol-gel <b>(2 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 9: <b>Interacción de los biomateriales con fluidos fisiológicos</b></p> <p>Contenidos del tema 9: Composición de los fluidos fisiológicos. Retención de proteínas y otras macromoléculas en las superficies.</p> <p><b>Práctica 5:</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 10: <b>Interacción <i>in vitro</i> de los biomateriales con células y microorganismos</b></p> <p>Contenidos del tema 10: Respuestas celulares <i>in vitro</i>. Adhesión, proliferación y diferenciación celular sobre los biomateriales. Infecciones asociadas a implantes y prótesis. Adhesión y formación de biocapas microbianas sobre los biomateriales.</p> <p><b>Práctica 6:</b> Ensayos celulares. <b>(2 h)</b></p>
<p>Denominación del tema 11: <b>Respuestas <i>in vivo</i> de los biomateriales</b></p> <p>Contenidos del tema 11: Modelos de ensayos <i>in vivo</i> en animales. Regulación. Regeneración tisular.</p> <p><b>Seminario 2:</b> Exposición de proyectos y/o casos prácticos <b>(6h)</b></p>

Actividades formativas							
Horas de trabajo del alumno por tema		Presencial					No presencial
Tema/Evaluación	Total	GG	S	O	L	TP	EP
1	11	2	1	0	0	0	8
2	18	4	0	0	2	0	12
3	17	3	0	0	2	0	12
4	15	3	0	0	0	0	12
5	15	3	0	0	0	1	11
6	12	2	0	0	2.5	0	7.5
7	7	2	0	0	0	0	5
8	10	2	0	0	2	1	5
9	9	2	0	0	2	0	5
10	9	2	0	0	2	0	5
11	17	2	6	0	0	1	8
<b>Evaluación del conjunto</b>	10	3	0	0	0	0	7
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>12.5</b>	<b>3</b>	<b>97.5</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. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	X
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

### 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 su capacidad de habla en público, 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

- CE1:** Conocer, explicar y relacionar los conceptos teóricos expuestos en esta asignatura de Biomateriales.  
*Relacionado con las competencias CB1, CB5, CG1-CG3, CG7, CG10, CG12, CT1, CT4, CT6-CT8, CT10, CETE1-CETE3, CETE6-CETE11*
- CE2.** Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas prácticos como la elección del biomaterial más adecuado para una aplicación.  
*Relacionado con las competencias CB2, CB3, CB5, CG1, CG4-CG7, CG9, CG11, CG12, CT2, CT4, CT6-CT8, CT10, CETE4-CETE5, CETE7, CETE8, CETE10, CETE11*
- CE3:** Capacidad para desenvolverse en el laboratorio y realizar ensayos y procedimientos habituales en la ciencia e ingeniería de biomateriales.  
*Relacionado con las competencias CB2, CB3, CB5, CG1, CG4-CG8, CG12, CT2-CT8, CT9, CT10, CETE4, CETE5, CETE7, CETE10, CETE11*
- CE4:** Capacidad del estudiante para el planteamiento y razonamiento lógico, así como la forma de expresarse y la presentación en las diferentes pruebas escritas. 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.  
*Relacionado con las competencias CB2, CB4, CB5, CG1, CG4-CG7, CG12, CT2-CT7, CT10, CETE1-CETE5, CETE7, CETE11*

### 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 %):

	Rango establecido en la memoria verificada	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global (*)
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	60%	60%	70%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	10%**	10%**	
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	30%	30%	30%
4. Participación activa en clase.	0%-10%			---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%			---

(\*) El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas de cada semestre y el profesor remitirá la correspondiente relación a la Comisión de Calidad de la Titulación. Cuando un estudiante no realice esta comunicación, se entenderá que opta por la evaluación continua. Una vez elegido el tipo de evaluación, el estudiante no podrá cambiar en la convocatoria ordinaria de ese semestre

y se atenderá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

(\*\*)Actividad NO RECUPERABLE

### **Descripción de las actividades de evaluación**

El examen final incluirá cuestiones teóricas y/o prácticas y las calificaciones de esta prueba escrita deberán superar un 4.0 sobre 10 para ser contabilizadas en la calificación final. Si no se aprueba la asignatura por no alcanzar esta puntuación mínima, la nota que aparecerá en actas será 4.5 puntos. La calificación cuantitativa final se indicará en una escala de 0 a 10 con una única cifra decimal.

El aprovechamiento de las actividades prácticas realizadas en laboratorio se evaluará durante la realización de las mismas, mediante un registro de participación activa (contabilizará un 10% de la nota global), considerándose esta actividad de evaluación como NO RECUPERABLE. Por otro lado, los alumnos entregarán un informe final del proyecto de investigación bibliográfica realizado, que será expuesto y discutido con otros compañeros en el aula. La calificación del proyecto realizado (memoria + exposición) contabilizará un 30% de la calificación final.

En las convocatorias extraordinarias, la calificación final se obtendrá sumando la calificación obtenida en las actividades NO RECUPERABLES (prácticas de laboratorio) y en el proyecto (que podrá ser defendido el día del examen, caso de no haber sido realizado anteriormente) a la calificación de la correspondiente prueba escrita, con la misma valoración que en la convocatoria ordinaria.

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará del examen teórico-práctico descrito anteriormente más la exposición del proyecto bibliográfico con entrega de la correspondiente memoria, con la única salvedad de que la ponderación del examen será ahora del 70%, en lugar del 60%.

## **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. Huttmacher, D.W. Grainger, C.J. Kirkpatrick. Elsevier Ltd. (2011).

### **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)
- 9.- Physical Chemistry of Surfaces, 6th Edition. A.W. Adamson, A.P.Gast. Wiley (1997).
- 10.- Intermolecular and Surface Forces. 3rd Edition J.N. Israelachvili. Academic Press (2010).

### **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**

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