

## Biomateriales

### Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

#### 1. Datos Descriptivos

<b>Asignatura</b>	Biomateriales
<b>Materia</b>	Biomateriales
<b>Departamento responsable</b>	Ciencia de Materiales (ETSI Caminos)
<b>Créditos ECTS</b>	6
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Titulación</b>	Grado en Ingeniería Biomédica
<b>Curso</b>	Tercero
<b>Especialidad</b>	No aplica

<b>Curso académico</b>	2013-2014
<b>Semestre en que se imparte</b>	Segundo (febrero a junio)
<b>Semestre principal</b>	Segundo (febrero a junio)
<b>Idioma en que se imparte</b>	Español
<b>Página Web</b>	moodle.upm.es

## 2. Profesorado

<b>NOMBRE Y APELLIDO</b>	<b>DESPACHO</b>	<b>Correo electrónico</b>
Gustavo R. Plaza Baonza (Coord.)	ETSI Caminos	gustavo.plaza@upm.es
Concepción Solanas Díaz	ETSI Caminos	concepcion.solanas@ctb.upm.es

## 3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

<b>Asignaturas superadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• N/A</li></ul>
<b>Otros resultados de aprendizaje necesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• N/A</li></ul>

## 4. Objetivos de Aprendizaje

<b>COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN</b>		
<b>Código</b>	<b>Competencia</b>	<b>Nivel</b>
CE17	Saber escoger y aplicar un material a partir de sus propiedades y comportamiento eléctrico, magnético, mecánico y químico.	1
CE48	Conocer las principales propiedades y comportamiento mecánico de los tejidos y sistemas fisiológicos animales, especialmente humanos.	2
CE49	Saber analizar y diseñar equipos de apoyo a o sustitución de tejidos fisiológicos.	1
CE56	Conoce y es capaz de diseñar biomateriales para que sus propiedades guarden similitudes con los tejidos humanos	1
CG1	Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.	3
CG2	Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.	3
CG7	Ser capaz de utilizar el método científico.	3
CG8	Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación con rigor metodológico comprendiendo las limitaciones que tiene la aproximación experimental.	2
CG11	Elaborar y defender argumentos y resolver los problemas de forma efectiva y creativa.	2
CG12	Tener capacidad de iniciativa, integración, colaboración y potenciación de la discusión crítica en el ámbito del trabajo en equipo.	2
CG13	Ser capaz de colaborar con grupos internacionales, interdisciplinarios y multiculturales.	1

CG14	Reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, económica, científica o ética.	2
CG15	Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma.	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: elemental  
Nivel de adquisición 2: medio  
Nivel de adquisición 3: avanzado

<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA</b>		
<b>Código</b>	<b>Resultado de aprendizaje</b>	<b>Competencias asociadas</b>
RA1	Conocer los materiales biológicos y los biomateriales utilizados en los implantes y los dispositivos médicos, sabiendo en cada caso cuáles son las propiedades relevantes para su aplicación en el cuerpo humano.	CE17, CE48
RA2	Conocer y comprender los procesos de obtención y procesado de las distintas familias de biomateriales.	CE49, CE50, CE56
RA3	Entender, asimilar y manejar los conceptos básicos que describen el comportamiento químico, mecánico y biológico de los biomateriales en su interacción con el medio humano. Conocer y saber relacionar dicho comportamiento con la estructura del material y su jerarquización a diferentes escalas: atómico, molecular y macroscópico.	Específicas CE17, CE48, CE49, CE50, CE56 y las generales (CG) de la asignatura
RA4	Conocer las teorías más relevantes de degradación y corrosión química y biológica de los biomateriales.	CE48, CE57

## 5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I1	Reconoce los diferentes sistemas cristalinos, sabe emplear la nomenclatura empleada en cristalografía, realiza cálculos de distancias características en redes cristalinas a partir de los resultados experimentales de difracción de rayos X, entiende la influencia de los defectos en el comportamiento mecánico de los materiales.	RA3
I2	Entiende los principios termodinámicos del equilibrio entre diferentes fases en los materiales, conoce los tipos fundamentales de transformaciones de fase, sabe explicar cómo es el diagrama de enfriamiento de un compuesto a partir del diagrama de fase, sabe resolver problemas cuantitativos de composición empleando diagramas de fase	RA3
I3	Conoce los tipos fundamentales de esfuerzos en los materiales, conoce la relación entre esfuerzos y deformaciones, sabe resolver problemas de resistencia de materiales para situaciones de esfuerzo axil o de flexión, conoce el efecto de los defectos en los materiales y el fenómeno asociado de concentración de tensiones, conoce el concepto de tenacidad y sabe emplear diagramas experimentales para calcular la tenacidad y la resistencia de un material, sabe emplear los resultados experimentales para predecir el efecto del tiempo en la resistencia y deformación de un material.	RA3
I4	Conoce las diferencias mecánicas esenciales entre los diferentes tipos de materiales biológicos y la relación entre microestructura y comportamiento mecánico.	RA1, RA2, RA3
I5	Conoce las características generales de los biomateriales metálicos y su aplicación en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa.	RA1, RA2
I6	Conoce las características generales de los biomateriales poliméricos y compuestos y su aplicación en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa.	RA1, RA2

<b>INDICADORES DE LOGRO</b>		
<b>Ref</b>	<b>Indicador</b>	<b>Relacionado con RA</b>
17	Conoce las características generales de los biomateriales cerámicos y su aplicación en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa.	RA1, RA2
18	Conoce las características generales de los biomateriales biológicos y su aplicación en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa. Conoce los métodos de producción de materiales proteicos mediante ingeniería genética, así como los métodos de purificación de proteínas y de procesado.	RA1, RA2, RA3
19	Conoce las características de la respuesta inmune del cuerpo humano y su aplicación a la selección de biomateriales.	RA3
110	Conoce los procesos de degradación de biomateriales y su aplicación en el diseño y selección de biomateriales.	RA3, RA4

<b>EVALUACION SUMATIVA</b>			
<b>Breve descripción de las actividades evaluables</b>	<b>Momento</b>	<b>Lugar</b>	<b>Peso en la calif.</b>
Entrega de problemas realizados por el alumno, a través de la plataforma Moodle o en clase	continua	Casa/aula	15%
Prueba de evaluación parcial intermedia	Aprox. semana 10	Aula	25%
Exposición de artículo científico/técnico (trabajo de grupo)	Últimas semanas	Aula	10%
Prueba de evaluación final, sobre todo el contenido de la asignatura	Final del semestre	Aula	50%
<b>Total:</b>			<b>100%</b>

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La evaluación continua incluye (a) las entregas de problemas realizadas en clase o, fundamentalmente a través de la plataforma Moodle, (b) la exposición de un artículo científico o técnico que será analizado y expuesto en grupos de dos personas, (c) una prueba escrita de evaluación intermedia y (d) una prueba escrita de evaluación final. En la exposición se valorará la comprensión, por parte de los alumnos, de la aplicación de los conceptos estudiados en la asignatura al estudio de un problema concreto. Las dos pruebas de evaluación escrita consistirán en la resolución de problemas y respuesta a cuestiones breves.

En aplicación de la normativa vigente en la UPM, el alumno que lo desee podrá ser evaluado únicamente mediante examen final. La evaluación continua no podrá suponer que la nota resultante por evaluación continua sea inferior a la obtenida en la prueba escrita de evaluación final, de forma que la nota final del alumno será la mayor de las obtenidas en el examen final y la media ponderada de las diferentes actividades evaluadas durante el curso.



## 6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

<b>CONTENIDOS ESPECÍFICOS</b>		
<b>Bloque / Tema / Capítulo</b>	<b>Apartado</b>	<b>Indicadores Relacionados</b>
<b>Tema 1: Estructura de los materiales</b>	1.1 Interacciones moleculares <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía de interacción</li> <li>• Clasificación de las interacciones moleculares</li> <li>• Ejemplos</li> </ul>	I1
	1.2 Sólidos cristalinos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas cristalinos</li> <li>• Nomenclatura</li> <li>• Cristalografía</li> <li>• Ejemplos</li> </ul>	
<b>Tema 2: Diagramas de fase y transformaciones</b>	2.1 Equilibrio <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones termodinámicas del equilibrio.</li> <li>• Ley de Gibbs, principio de Le Chatelier</li> </ul>	I2
	2.2 Diagramas de fase <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformaciones en estado líquido: eutéctica y peritética</li> <li>• Transformaciones en estado sólido: eutectoide y peritectoide</li> <li>• Diagramas de enfriamiento</li> <li>• Diagramas ternarios</li> <li>• Ejemplos</li> </ul>	
<b>Tema 3: Solicitaciones mecánicas</b>	3.1 Esfuerzos, esfuerzo axial <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de esfuerzo. Esfuerzo axial y cortante. Momento flector. Criterio de signos. Relación entre esfuerzos y tensiones.</li> </ul>	I3

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinemática de la barra. Cálculo de estructuras de barras.</li> <li>• Ejemplos</li> </ul>	
	<p>3.2 Flexión</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinemática de la viga. Ecuación de la elástica. Relación entre deformaciones y desplazamientos.</li> <li>• Cálculo de estructuras de vigas.</li> <li>• Ejemplos</li> </ul>	
	<p>3.3 Fractura</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplo. Energía disponible para la propagación.</li> <li>• Aproximación local. Tenacidad.</li> </ul>	
	<p>3.4 Dependencia del tiempo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esfuerzos y deformaciones con acciones dependientes del tiempo.</li> <li>• Fatiga</li> </ul>	
<b>Tema 4: Materiales biológicos</b>	<p>4.1 Materiales biológicos duros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales. Esfuerzos</li> <li>• Ejemplos: hueso, diente, queratina, nácar.</li> </ul>	14
	<p>4.2 Materiales biológicos blandos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales. Esfuerzos</li> <li>• Ejemplos: arterias, piel, ojo, cerebro, mucus.</li> </ul>	
<b>Tema 5: Biomateriales metálicos</b>	<p>5.1 Características generales</p>	15
	<p>5.2 Ejemplos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero inoxidable</li> <li>• Aleaciones de cromo- cobalto</li> <li>• Aleaciones de titanio</li> <li>• Magnesio</li> <li>• Nitinol</li> </ul>	
<b>Tema 6: Biomateriales</b>	<p>6.1 Características generales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termoestables, termoplásticos,</li> </ul>	16

<b>poliméricos y compuestos</b>	elastómeros	
	6.2 Modelos	
	6.3 Ejemplos <ul style="list-style-type: none"> <li>• No biodegradables</li> <li>• Biodegradables</li> </ul>	
<b>Tema 7: Biomateriales cerámicos</b>	7.1 Características generales	17
	7.2 Ejemplos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inertes: alúmina y circonia</li> <li>• Hidroxiapatita</li> <li>• Vidrio</li> </ul>	
<b>Tema 8: Biomateriales biológicos</b>	8.1 Características generales	18
	8.2 Ejemplos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales ricos en colágeno</li> <li>• Fibrina</li> <li>• Ácido hialurónico</li> </ul>	
	8.3 Producción de materiales proteicos mediante ingeniería genética <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos de ingeniería genética</li> <li>• Expresión y purificación de proteínas</li> <li>• Procesado de fibras y andamiajes</li> </ul>	
<b>Tema 9: Procesos biológicos implicados en la biocompatibilidad</b>	9.1 Respuesta del sistema inmune	19
	9.2 Coagulación	
	9.3 Cicatrización	
<b>Tema 10: Degradación de biomateriales</b>	10.1 Procesos de degradación	110
	10.2 Materiales biodegradables	

## 7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

Tabla 7. Modalidades organizativas de la enseñanza

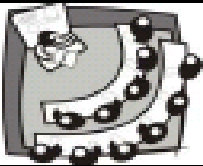


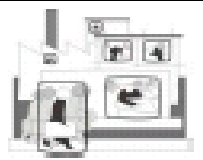



MODALIDADES ORGANIZATIVAS DE LA ENSEÑANZA		
Escenario	Modalidad	Finalidad
	Clases Teóricas	Hablar a los estudiantes
	Seminarios-Talleres	Construir conocimiento a través de la interacción y la actividad de los estudiantes
	Clases Prácticas	Mostrar a los estudiantes cómo deben actuar
	Prácticas Externas	Completar la formación de los alumnos en un contexto profesional
	Tutorías	Atención personalizada a los estudiantes
	Trabajo en grupo	Hacer que los estudiantes aprendan entre ellos
	Trabajo autónomo	Desarrollar la capacidad de autoaprendizaje

Tabla 8. Métodos de enseñanza

MÉTODOS DE ENSEÑANZA		
	Método	Finalidad
	Método Expositivo/Lección Magistral	Transmitir conocimientos y activar procesos cognitivos en el estudiante
	Estudio de Casos	Adquisición de aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados
	Resolución de Ejercicios y Problemas	Ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos previos
	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Desarrollar aprendizajes activos a través de la resolución de problemas
	Aprendizaje orientado a Proyectos	Realización de un proyecto para la resolución de un problema, aplicando habilidades y conocimientos adquiridos
	Aprendizaje Cooperativo	Desarrollar aprendizajes activos y significativos de forma cooperativa
	Contrato de Aprendizaje	Desarrollar el aprendizaje autónomo

Se conoce como método expositivo "la presentación de un tema lógicamente estructurado con la finalidad de facilitar información organizada siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida". Esta metodología -también conocida como lección (lecture)- se centra fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. El término "lección magistral" se suele utilizar para denominar un tipo específico de lección impartida por un profesor en ocasiones especiales.

Análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.

Situaciones en las que se solicita a los estudiantes que desarrollen las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

Método de enseñanza-aprendizaje cuyo punto de partida es un problema que, diseñado por el profesor, el estudiante ha de resolver para desarrollar determinadas competencias previamente definidas.

Método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades, y todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos.

Enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el cual los alumnos son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros en una estrategia de corresponsabilidad para alcanzar metas e incentivos grupales. Es tanto un método, a utilizar entre otros, como un enfoque global de la enseñanza, una filosofía.

Un acuerdo establecido entre el profesor y el estudiante para la consecución de unos aprendizajes a través de una propuesta de trabajo autónomo, con una supervisión por parte del profesor y durante un período determinado. En el contrato de aprendizaje es básico un acuerdo formalizado, una relación de contraprestación recíproca, una implicación personal y un marco temporal de ejecución.

<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS MODALIDADES ORGANIZATIVAS UTILIZADAS Y METODOS DE ENSEÑANZA EMPLEADOS</b>	
<b>CLASES DE TEORIA</b>	Se empleará el método de la lección magistral para la exposición de los conocimientos teóricos y los temas deductivos de la asignatura
<b>CLASES DE PROBLEMAS</b>	Se resolverán los problemas que el alumno debe haber resuelto previamente en casa.
<b>PRÁCTICAS</b>	La materia Biomateriales incluye otras dos asignaturas de laboratorio. Por ello, en esa asignatura se presentan los conocimientos fundamentales del campo y tienen una mayor importancia los conocimientos teóricos. Se realizarán tres sesiones en laboratorio, en las que se explicará la aplicación de las técnicas experimentales a la caracterización de materiales biológicos y biomateriales.
<b>TRABAJOS AUTONOMOS</b>	El alumno resolverá problemas de forma individual. Su entrega, fundamentalmente a través de la plataforma Moodle, forma parte de la evaluación por curso de la asignatura.
<b>TRABAJOS EN GRUPO</b>	En grupo, los alumnos analizarán y expondrán un artículo científico/técnico.
<b>TUTORÍAS</b>	Los horarios de tutorías serán flexibles. Los alumnos que lo deseen se dirigirán al profesor del tema de interés para concretar fecha y lugar para la realización de la tutoría.

## 8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<p>Biomateriales:</p> <p>“Introduction to Biomaterials”, C. M. Agrawal, J. L. Ong, M.R. Appleford, G. Mani, Cambridge University Press, 2013.</p> <p>“Biomaterials: principles and applications”, J.B. Park (ed). CRC Press, 2002.</p>
	<p>Ciencia de materiales:</p> <p>“Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales” (2 Vol.), W. Callister, Ed. Reverté, 2007. / “Materials science and engineering”, W.D. Callister, John Wiley &amp; Sons 2011.</p> <p>“Ciencia e ingeniería de los materiales”, D.R. Askeland. Paranifo, 2001.</p>
	<p>Comportamiento mecánico de materiales:</p> <p>“Resistencia de materiales”, Luis Ortiz Berrocal (3ª ed.) Ed. McGraw-Hill, 2007 (reimpr. 2010)</p> <p>“Curso de comportamiento mecánico de materiales, elasticidad y viscoelasticidad”, Andrés Valeinte Cancho. Servicio de publicaciones ETSI de Caminos, UPM, 2000.</p>
<b>RECURSOS WEB</b>	moodle.upm.es
<b>EQUIPAMIENTO</b>	Laboratorio
	Aula asignada por el jefe de estudios
	Biblioteca

## 9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 1.1 (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (6 horas)</li> </ul>		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 2 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 1.2 (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (6 horas)</li> </ul>		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 3 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 2 (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (6 horas)</li> </ul>		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 4 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 3.1 (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (6 horas)</li> </ul>		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 5 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 3.2 (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (6 horas)</li> </ul>		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 6 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tema 3.3 (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (6 horas)</li> </ul>		Evaluación continua (entregas en Moodle)	



Semana 7 (10 horas)	• Tema 3.4 (4 horas)		• Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (6 horas)		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 8 (10 horas)	• Temas 4 y 5 (4 horas)	• Clase de laboratorio 1 (2 horas)	• Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (4 horas)		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 9 (10 horas)	• Tema 6 (4 horas)	• Clase de laboratorio 2 (2 horas)	• Estudio individual del tema y resolución de problemas en plataforma Moodle (4 horas)		Evaluación continua (entregas en Moodle)	
Semana 10 (10 horas)		• Clase de laboratorio 3 (2 horas)	• Repaso (6 horas)		• Prueba de evaluación intermedia (2 horas)	
Semana 11 (10 horas)	• Temas 7 y 8 (4 horas)		• Estudio individual del tema (4 horas)	• Preparación de la exposición de artículo científico/técnico (2 horas)		
Semana 12 (10 horas)	• Tema 8 (4 horas)		• Estudio individual del tema (4 horas)	• Preparación de la exposición de artículo científico/técnico (2 horas)		
Semana 13 (10 horas)	• Tema 8 y 9 (4 horas)		• Estudio individual del tema (4 horas)	• Preparación de la exposición de artículo científico/técnico (2 horas)		

Semana 14 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tema 9 y 10 (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio individual del (4 horas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación de la exposición de artículo científico/técnico (2 horas)</li> </ul>		
Semana 15 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposiciones de artículos científicos/técnicos (trabajo de grupo) (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de repaso individual de la asignatura (6 horas)</li> </ul>		Evaluación de la exposición	
Semana 16 (10 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposiciones de artículos científicos/técnicos (trabajo de grupo) (4 horas)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de repaso individual de la asignatura (6 horas)</li> </ul>		Evaluación de la exposición	
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen final (2 horas)</li> </ul>	

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno.

