

XI JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

Retos de futuro en la enseñanza superior:
Docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica



ISBN: 978-84-695-8104-9

XI JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Reptes de futur en l'ensenyament superior:
Docència i investigació per a aconseguir l'excel·lència acadèmica

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-695-8104-9

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

“Materiales Compuestos” en el Máster de “Ciencia de Materiales”

F.J. Narciso Romero^{1,2}, L.P. Maiorano Lauría³, P. Narciso Linares, J.M. Molina Jordá^{1,2}

¹ *Departamento de Química Inorgánica*

² *Instituto Universitario de Materiales de Alicante*

³ *Alumna de la Titulación de Licenciatura en Química*
Universidad de Alicante

RESUMEN (ABSTRACT)

La asignatura de “Materiales Compuestos”, que se imparte en el Máster de “Ciencia de Materiales” de la Universidad de Alicante, se engloba dentro de una rama clásica de la Ciencia y la Tecnología de los Materiales, donde confluyen distintas áreas de conocimiento como la química, la física y la ingeniería mecánica, entre otras. Las diversas maneras de abordar estos conocimientos hacen que su enfoque didáctico sea complejo. “Materiales Compuestos” es una asignatura optativa del Máster de 3 créditos, impartida en el segundo cuatrimestre, que se incluye en el módulo de especialización “Materiales estructurales y funcionales”. En la presente comunicación se propone una metodología docente para esta asignatura adaptada al marco del Espacio Europeo de Educación Superior, así como también su interrelación con otras materias tanto complementarias como básicas dentro del contenido curricular del Máster. Desde un punto de vista didáctico “Materiales Compuestos” ha sido estructurada para ser impartida según el modelo de portfolio discente.

Palabras clave: materiales compuestos, Máster, ciencia de materiales, portfolio discente.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema/cuestión.

“Materiales Compuestos” es una asignatura que se imparte en el Máster de “Ciencia de Materiales”. Se engloba dentro de una rama clásica de la Ciencia y la Tecnología de los Materiales, en donde confluyen distintas áreas de conocimiento como química, física e ingeniería mecánica, entre otras. Esta asignatura se lleva impartiendo en la Universidad de Alicante desde hace 18 años, pero en diferentes formatos en función de las exigencias legales. Originalmente se trataba de una asignatura del Doctorado en Ciencia de Materiales y, tras varios cambios, se ha incluido en el Máster. Para ello se ha realizado una profunda revisión del contenido de la asignatura y una adaptación de la misma al marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

El plan de estudios general del Máster en “Ciencia de Materiales” presenta la siguiente estructura: materias obligatorias, que corresponden a 18 créditos ECTS, materias optativas, con un total de 27 créditos ECTS y un trabajo de fin de Máster de 15 créditos ECTS.



Figura 1. Esquema de contextualización de la asignatura “Materiales Compuestos” en la estructura de plan de estudios del Máster de Ciencia de Materiales.

1.2 Revisión de la literatura.

Dentro de la gran variedad de libros que pueden encontrarse para esta disciplina, han de destacarse dos: i) *An Introduction to Composite Materials*, cuyos autores son D. Hull y T.W. Clyne (Hull, Clyne, 2002); y ii) *Composite Materials Science and Engineering*, cuyo autor es K.K. Chawla (Chawla, 1998). De ambas obras se puede obtener información para confeccionar el programa de la asignatura. Como se ha comentado hay un gran número de

libros dedicados a los materiales compuestos. No obstante, adolecen de no dar una visión de conjunto, siendo de destacar que muchos de ellos sólo se dedican a propiedades mecánicas, y que ven sólo un tipo de refuerzo (las fibras). Esto también es lógico porque gran parte de los materiales compuestos eran de matriz polimérica reforzado con fibra larga, y la única propiedad que se buscaba era ser más resistente. Este hecho va unido a que estos libros suelen estar escritos por ingenieros mecánicos. A continuación se comentan con más detalle todos los aspectos sobre materiales compuestos que recogen ambos libros.

An Introduction to Composite Materials se compone de 12 temas. En el primero de ellos se comentan los aspectos más relevantes de los materiales compuestos, se presenta el concepto de matriz y refuerzo y se detalla la evolución histórica de dichos materiales. El segundo tema expone un repaso de las matrices más relevantes, así como de los refuerzos principales, haciendo un especial énfasis en las fibras. El tercer tema está dedicado a la arquitectura de las fibras, es decir, a las posiciones relativas de las fibras dentro de un material compuesto. Se destaca la importancia que tiene, puesto que las propiedades no sólo dependen de los componentes (matriz-refuerzo) sino también de la disposición relativa entre ellos. Los temas 4-6 y 8-9 están dedicados a analizar las propiedades mecánicas de los materiales compuestos, tratando aspectos que van desde la micromecánica hasta la macromecánica de materiales compuestos laminados. No sólo incluye la parte elástica sino que, además, profundiza en temas de relativa complejidad como la rotura a fatiga o criterios de fallos. El séptimo tema estudia la interfase y sus propiedades finales, puesto que dependen en gran medida de la calidad de unión matriz/refuerzo. El capítulo diez describe el efecto de la temperatura en los materiales compuestos y analiza aspectos de gran importancia como la expansión térmica y la conductividad térmica. Así mismo, se justifica la relevancia de la interfase especialmente en la conductividad térmica. El tema once está dedicado a los procesos de manufactura de materiales compuestos, mientras que el 12 es de carácter práctico. Éste recoge 9 aplicaciones reales donde se utilizan materiales compuestos, poniendo en uso todos los conocimientos adquiridos a lo largo del libro.

Composite Materials Science and Engineering se divide en tres grandes bloques temáticos; el primero dedicado a cuestiones generales, el segundo a la manufactura de materiales compuestos y el último dedicado principalmente a propiedades mecánicas. El bloque uno consta de cuatro temas, de los cuales, los tres primeros discuten aspectos similares al capítulo 2 del libro citado anteriormente, con un contenido significativamente más amplio. En lo que respecta al cierre del primer bloque, en el tema 4 se expone el estudio de la interfase. Plantea los mismos aspectos que *An Introduction to Composite Materials*, a

excepción de los conceptos de mojadura. El segundo bloque, como se ha comentado anteriormente, está dedicado a la manufactura de materiales compuestos. Lo constituyen 5 temas que detallan por separado distintos tipos de matriz. Una de las grandes diferencias de esta obra con la anterior radica en la extensión y profundidad con la que se trata la manufactura, incluyendo además el estudio relativo a los materiales compuestos carbono/carbono y a los materiales compuestos superconductores. El último bloque consta de 4 grandes temas dedicados a las propiedades mecánicas y a una leve descripción del diseño de materiales compuestos.

1.3 Propósito.

El objetivo de la presente comunicación consiste en proponer una metodología docente para la asignatura “Materiales Compuestos” impartida en el Máster de “Ciencia de Materiales”, adaptándola al marco del Espacio Europeo de Educación Superior y relacionándola con otras materias tanto complementarias como básicas dentro del contenido curricular del Máster.

2. METODOLOGÍA

Una vez estudiada la importancia y los aspectos fundamentales que debe cubrir la asignatura “Materiales Compuestos”, se procede a analizar cómo se ha implantado dicha asignatura tanto en España como en ciudades de otros países considerados referentes mundiales en este campo.

Países anglosajones

Dentro de las 100 mejores universidades del mundo (según el índice de Shanghái), 25 de ellas destacan en docencia e investigación en lo que se refiere a las áreas involucradas. Para el presente trabajo se han estudiado 3 universidades de reconocido prestigio: la Universidad de Nueva York (NYU), el Imperial College de Londres y la Universidad de Londres (Queen Mary). Todas ellas presentan en sus planes de estudio para Másteres el contenido de interés de la asignatura. A pesar de que no configuran un único cuerpo estructural como en “Materiales Compuestos”, se analizan todos los aspectos que se detallan a continuación: el Imperial College imparte dicha asignatura en cuatro grandes bloques temáticos: propiedades mecánicas, materiales compuestos de matriz metálica, materiales compuestos de matriz cerámica y materiales compuestos de matriz polimérica. La estructura de la asignatura indica, por tanto, que el estudiante ha debido de tener una formación previa

en propiedades mecánicas para afrontar el contenido del primer bloque, así como de metalurgia, cerámicas y polímeros para los 3 tres bloques siguientes. El alumno adquiere dichos conocimientos tras cursar 4 asignaturas del Máster realizadas en el primer cuatrimestre. Cada una de ellas se encuentra directamente relacionada con los bloques temáticos. Además, es aconsejable que el estudiante tenga conocimientos avanzados en química para poder comprender algunos ítems como la compatibilidad matriz/refuerzo o la interfase matriz/refuerzo. A continuación se detallan los cuatro bloques temáticos y los ítems que lo conforman.

BLOQUE 1: COMPORTAMIENTO ELÁSTICO DE LOS MATERIALES COMPUESTOS

- Ejemplos de materiales compuestos.
- Matrices y refuerzos fibrosos; propiedades y manufacturación; flexibilidad de las fibras; expresiones para propiedades elásticas de materiales de fibra larga.
- Notación tensorial para expresar la respuesta elástica en el plano de materiales de fibra larga y propiedades elásticas fuera del eje.
- Variación de propiedades elásticas con el ángulo; modelo de cizalla para el cálculo de la tensión de materiales con refuerzos cortos; distribución de la tensión en torno a un refuerzo; transferencia normal de tensión; método Eshelby.
- Expansión térmica de materiales compuestos simples y tensiones residuales por enfriamiento a partir de temperaturas de procesamiento.
- Transferencia de calor en materiales compuestos y a través de la interfase.
- Modos de fallo para materiales compuestos reforzados con fibras: ruptura a la tracción axial y transversal.
- Resistencia a la fluencia y problemas de pandeo en la compresión inducida.

BLOQUE 2: MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ METÁLICA

- Razones técnicas y científicas para el desarrollo de materiales compuestos de matriz metálica; papel de humectación y adherencia en las diferentes interfases en la fabricación y la respuesta mecánica de los materiales compuestos
- Modelos micromecánicos y mecanismos de refuerzo en materiales compuestos de matriz metálica
- Identificación de los factores que controlan el desgaste en materiales compuestos de matriz metálica.
- Criterios de selección de materiales para diferentes aplicaciones.

BLOQUE 3: MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ CERÁMICA

- Importancia de la compatibilidad química y térmica en la elección del material de refuerzo y la matriz; técnicas de procesamiento de polvos para materiales compuestos de matriz cerámica como el prensado isostático en frío, sinterizado y prensado en caliente.
- Técnicas convencionales de fabricación de materiales compuestos de matriz cerámica incluyendo procesos de reacción enlazante, infiltración, proceso de Lanxide, y procesos químicos in-situ, tales como deposición química en fase vapor (CVD) o infiltración (CVI) consolidación de reactivo o sinterización de la fase líquida, sol-gel, infiltración del polímero y pirólisis (PIP), síntesis autopropagada a alta temperatura (SHS), deposición electroforética; zona interfacial y naturaleza cristalográfica de la interfase; humectabilidad y adhesión en la interfaz; papel de la interfase en el endurecimiento y la propagación de grietas en el MCMC.

BLOQUE 4: MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ POLIMÉRICA

- Tecnologías de procesamiento de materiales compuestos de matriz polimérica.
- Control de la anisotropía en laminados de fibra orientada mediante el uso de láminas con orientación definida y cálculo de las propiedades de un laminado.
- Nuevas arquitecturas basadas en tejidos para abordar el problema de cohesión interlaminar en laminados.

España

Varias universidades españolas imparten la asignatura “Materiales Compuestos” en el Máster de Ciencia de los Materiales. Sin embargo, existen ciertas diferencias en el contenido de los programas. El más destacable es el programa aplicado por las Universidades Carlos III y UJC de Madrid. Originalmente ofrecían dos doctorados en Ciencia de Materiales, y con la entrada en vigor de la última regulación en Másteres, han unido esfuerzos realizando un Máster conjunto. Dicho programa incluye una asignatura de Materiales Compuestos de 3 créditos ECTS, también de carácter optativo. La asignatura consta de 10 temas englobados en 4 bloques temáticos: introducción, materiales compuestos de matriz polimérica, materiales compuestos de matriz inorgánica y comportamiento mecánico. Lo más destacable de esta división es el uso del término inorgánico, poco frecuente en la literatura, con el que se hace referencia a matrices metálicas y cerámicas. A continuación se presenta de manera detallada los epígrafes de los distintos temas.

BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN

- **Tema 1. Los Materiales Compuestos.** Fundamentos y generalidades. Definición. Evolución histórica de los materiales compuestos. Clasificación de los materiales compuestos. Constituyentes. Transferencia de carga. Las propiedades de los materiales compuestos. Campos de aplicación. Perspectivas de futuro.
- **Tema 2. Refuerzos.** Tipos de refuerzo: morfología, composición y distribución. Fibras de vidrio. Fibras de grafito. Fibras orgánicas. Otras fibras. Refuerzos discontinuos. Materiales para núcleos de sándwich. Comparación de las propiedades de las fibras.

BLOQUE 2: MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ POLIMERICA

- **Tema 3. Matrices orgánicas.** Resinas termoplásticas, resinas termoestables, elastómeros. Interfase fibra-resina: tratamientos superficiales.
- **Tema 4. Procesado de materiales compuestos de matriz polimérica.** Descripción general de las técnicas de procesado para los materiales compuestos de matriz polimérica. Técnicas manuales o semiautomatizadas: procesado por vía húmeda (moldeo por contacto), procesado de preimpregnados, curado de autoclaves. Técnicas automatizadas: devanado de filamentos, moldeo por transferencia de resina, moldeo de preelaborados (SMC, BMC). Técnicas específicas para materiales compuestos de matriz polimérica termoplástica.

BLOQUE 3: MATERIALES COMPUESTOS DE MATRIZ INORGÁNICA

- **Tema 5. Matrices inorgánicas.** Matrices inorgánicas: metales y cerámicas. Compatibilidad e interacciones en la intercara.
- **Tema 6. Procesado de materiales compuestos de matriz metálica.** Procesos de fabricación. Técnicas de procesado en estado sólido. Técnicas de procesado en fase líquida. Fabricación “in situ”. Procesos secundarios: conformado y mecanizado.
- **Tema 7. Procesado de materiales compuestos de matriz cerámica.** Técnicas convencionales de procesado: moldeo y prensado en caliente. Técnicas avanzadas de procesado: oxidación directa, infiltración, procesos sol-gel, procesos SHS.

BLOQUE 4: COMPORTAMIENTO MECÁNICO

- **Tema 8. Micromecánica I y II.** Comportamiento elástico. Resistencia Mecánica. Modos de fractura de los compuestos de fibra larga. Fracturas de láminas bajo carga no axiales.
- **Tema 9. Fractura de Materiales Compuestos.** Mecanismo de fractura. Contribuciones a la energía de fractura. Fatiga.
- **Tema 10. Comportamiento térmico de los materiales compuestos.** Expansión térmica. Comportamiento a termofluencia. Conductividad térmica de los materiales compuestos.

3. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de la Guía Docente para la asignatura “Materiales Compuestos” del Máster universitario en Ciencia de Materiales.

1. Nombre de la asignatura

Materiales Compuestos

2. Duración

Un cuatrimestre

3. Créditos ECTS/ Carácter

3/ Optativa del Máster de Ciencia de Materiales

4. Objetivos y competencias

- **Objetivos generales:**

Presentar los materiales compuestos y clasificarlos basándose en el tipo de matriz. Estudiar las posibilidades que presentan estos materiales sobre los monolíticos, así como la gran importancia de la interfase como base de las propiedades de estos materiales.

- **Objetivos específicos:**

- Adquirir los conocimientos básicos de los materiales compuestos, clasificación, manufactura y propiedades.
- Resolver problemas cualitativos y cuantitativos.
- Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita.
- Demostrar capacidad de trabajo en equipo.

- **Competencias:**

Tabla 1. Descripción de las competencias generales, específicas y de especialización para la asignatura “Materiales Compuestos”.

Competencias Generales en ambas Titulaciones	
CG1	Desarrollar un aprendizaje autodirigido o autónomo de profundización en la materia.
CG2	Seguir e interpretar críticamente los últimos adelantos en la teoría y la práctica de la Ciencia de Materiales.
CG4	Llevar a cabo con corrección suficiente la comunicación oral y escrita, en castellano y en inglés, de los contenidos de la materia.
CG6	Utilizar la bibliografía científica, bases de patentes y de legislación.
CG7	Utilizar las herramientas informáticas y las tecnologías de la información.
CG'5	Estar bien adaptado para seguir futuros estudios de doctorado en el campo multidisciplinar de la Nanociencia y Nanotecnología Molecular
CG'8	Conocimientos básicos de Química Física, Química Molecular (orgánica e inorgánica), Química y Física del Estado Sólido y Ciencia de Materiales y Bioquímica.
CG'9	Evaluar las relaciones y diferencias entre las propiedades macroscópicas de los materiales y las propiedades de los sistemas unimoleculares y los nanomateriales.
CG'10	Conocer las intersecciones entre las diferentes áreas de incidencia en el campo de la nanociencia molecular: biología/química supramolecular/ciencia de materiales/física del estado sólido/ingeniería de materiales.
Competencias Específicas Fundamentales	
CEF1	Conocer los conceptos fundamentales sobre la Química del Estado Sólido para su aplicación en el desarrollo de la investigación (en el ámbito académico y profesional) en Ciencia de Materiales.
CEF2	Conocer los conceptos fundamentales sobre la Física de Estado Sólido para su aplicación en el desarrollo de la investigación (en el ámbito académico y profesional) en Ciencia de Materiales.
CEF4	Conocer los fundamentos de las técnicas de caracterización principales para su aplicación en el desarrollo de la investigación (en el ámbito académico y profesional) en Ciencia de Materiales.
CEF5	Conocer las propiedades más destacadas de los materiales (mecánicas, eléctricas, ópticas, etc.)
CEF6	Clasificar materiales según propiedades y aplicaciones.
CEF7	Determinar las técnicas de caracterización adecuadas para cada tipo de material.
CEF8	Seleccionar materiales para una determinada aplicación.
CEF9	Interpretar comportamientos y establecer relaciones entre propiedades y estructura.
CEF10	Conocer el concepto de nanomateriales y las principales propiedades que los caracterizan.
CEF'2	Conocimientos conceptuales de la química supramolecular necesarios para el diseño de nuevos nanomateriales y nanoestructuras.
CEF'3	Conocimientos básicos en los fundamentos, el uso y las aplicaciones de las técnicas microscópicas y espectroscópicas utilizadas en nanotecnología.
CEF'4	Visión razonablemente amplia de estas técnicas, de la información que se puede extraer, de los problemas a los que se puede aplicar y de sus limitaciones.
CEF'7	Conocimiento sobre las aplicaciones biológicas y médicas de esta área.
Competencias Específicas de Especialización	
CEE14	Conocer y clasificar los materiales compuestos según el tipo de matriz, conocer sus ventajas y aplicaciones.

5. Contextualización en el Máster

La asignatura “Materiales Compuestos” se oferta dentro del módulo de asignaturas optativas, con las cuales el estudiante debe completar un total de 27 créditos ECTS.

6. Programa de la asignatura

Tema 1. Introducción: Definición de un material compuesto, análisis histórico del por qué de la necesidad de crear esta serie de materiales, así como su evolución a lo largo de la historia. Clasificación los materiales compuestos basándose en la matriz.

Tema 2. Materiales compuestos de matriz polimérica: Refuerzos habituales utilizados con matriz polimérica (fibra larga y corta de vidrio y carbono). Ventajas y desventajas sobre el uso de fibra larga frente a la fibra corta, así como la importancia de la interfase. Relación costo-prestaciones para este tipo de material. Técnicas de fabricación: procesado en molde abierto y cerrado.

Tema 3. Materiales compuestos de matriz metálica: Metales utilizados para su fabricación, como aleaciones de Al y Ti. Introducción al concepto de mojabilidad y el trabajo de adhesión asociado a este, así como los problemas de reactividad. La interfase como motor de las prestaciones de dichos materiales y elección del refuerzo. Métodos de preparación de estos materiales profundizando en la mezcla directa y en la infiltración, debido a su importancia tecnológica.

Tema 4. Materiales compuestos de matriz cerámica: Objetivos específicos en la obtención de estos materiales. Dificultades intrínsecas de la preparación, basa principalmente en los requerimientos exigidos. Utilización del método CVD para su fabricación.

Tema 5. Materiales compuestos a base de carbón: Preparación de distintos tipos de fibra de carbón y sus propiedades. Métodos de preparación de la matriz en función de su uso y como consecuencia de ello el alto coste de estos materiales.

Tema 6. Propiedades de los materiales compuestos: Dependencia de las propiedades del material con respecto a la interfase, cálculos teóricos de la evolución de dichas propiedades en función del refuerzo, y de comparación con los datos reales. Análisis de distintas teorías existentes tanto para propiedades de transporte como para propiedades mecánicas. Utilización de elementos finitos como herramienta para el cálculo de dichas propiedades.

7. Metodología y programación docente

• Metodología docente

Se propone básicamente una serie de lecciones magistrales presenciales, donde se presentan los aspectos fundamentales, seguidos por una serie de problemas tipo que se resuelven en clase de manera interactiva. También se realizarán seminarios con el propósito de asentar conceptos elementales y favorecer el trabajo asociativo. Estas actividades presenciales conformarán un total de 30 horas, que unidas a las 45 no presenciales, dan lugar a un total de 75 horas (equivalente a 3 créditos ECTS).

- Horas presenciales (30 horas): 0,5 horas de organización inicial, donde se propone al alumno si desea realizar una evaluación presencial o no presencial, 19,5 horas de teoría, 5 horas de resolución de ejercicios en el aula, 3 horas de tutorías, 2 horas de evaluación (divididas en 1 hora de exposición del trabajo y 1 hora de un examen escrito).
- Horas no presenciales para el estudiante (45 horas): destinadas a la preparación de las actividades relacionadas con las actividades presenciales, tanto individuales como grupales: 5 horas de preparación de clases teóricas, 15 horas de preparación del trabajo asignado, 10 horas de realización de ejercicios, 8 horas de preparación de los exámenes y 7 horas de elaboración de un portfolio, herramienta que servirá como documento en el que se recogen las actividades realizadas por el alumno.

• Programación docente

Tabla 2. Tabla de programación docente para las actividades presenciales de la asignatura *Materiales Compuestos*.

Semana	Actividad presencial	Dedicación
1	- Presentación	0.3h
	- Organización y toma de decisión del tipo de evaluación.	0.2h
1	- Teoría - Tema 1	1.5h
1-2	- Teoría - Tema 2	3h
2-3	- Teoría - Tema 3	5h
	- Resolución ejercicios Tema 2	1h
	- Tutoría grupal	0.5h
3-4	- Teoría - Tema 4	2h
	- Resolución ejercicios Tema 3	1h
	- Tutoría grupal	0.5h
4-5	- Teoría - Tema 5	3h
	- Resolución ejercicios Tema 4	1h
	- Tutoría grupal	0.5h
5-7	- Teoría - Tema 6	5h
	- Resolución ejercicios Tema 5	1h
	- Resolución ejercicios Tema 6	1h
	- Tutoría grupal	1.5h
8	- Exposición de trabajos	1h
8	- Examen final	1h
	TOTAL	30h

Tabla 3. Tabla de programación docente para las actividades no presenciales de la asignatura Materiales Compuestos.

Semana	Actividad no presencial	Dedicación
1	- Preparación de clase teórica Tema 1	0.5 h
1	- Preparación de clase teórica Tema 2	0.5 h
2-3	- Preparación de clase teórica Tema 3 - Preparación de ejercicios Tema 2	1 h 1h
3-4	- Preparación de clase teórica Tema 4 - Preparación de ejercicios Tema 3 - Preparación de tema asignado	1 h 1h 5 h
4-5	- Preparación de clase teórica Tema 5 - Preparación de ejercicios Tema 4 - Preparación de tema asignado	1 h 2h 5 h
5-7	- Preparación de clase teórica Tema 6 - Preparación de ejercicios Tema 5 y 6 - Preparación de examen	1h 6 h 5 h
1-8	- Elaboración del portfolio	7h
8	- Preparación de examen	3 h
8	- Preparación de tema asignado	5 h
	TOTAL	45 h

8. Evaluación del aprendizaje

Como se ha comentado anteriormente el modelo elegido es el portfolio discente. Se trata de una herramienta de evaluación donde se incluirá todo el material elaborado por el alumno. Con ello, se pretende que aparezca reflejado su trabajo realizado tanto en las sesiones presenciales como no presenciales. En el comienzo del curso se le plantea al alumno elegir el sistema de evaluación dentro de las siguientes posibilidades: un sistema clásico donde debe realizar un trabajo, exponerlo de forma oral, presentar un informe final y realizar un examen escrito, con un valor 20:20:60%, o bien optar por un sistema más interactivo. En dicho caso el alumno deberá elegir el tema a desarrollar y exponerlo oralmente por un 40% de la nota. Además, la asistencia será obligatoria con el fin de que los alumnos sean más participativos, se realizarán cuestionarios de los distintos temas estudiados a lo largo del curso para facilitar su comprensión y se propondrán lecturas que se comentarán en horas de clase. Este apartado representará otro 40% de la nota. El 20% restante corresponde a la realización de un examen escrito.

9. Idioma o idiomas en que se imparte

Las clases se impartirán en castellano, siendo esa la lengua vehicular habitual. No obstante, se impartirán en inglés si fuera necesario por la presencia de alumnos extranjeros.

10. Bibliografía y recursos complementarios

Bibliografía básica

- Hull, D., Clyne, T.W.; An Introduction to Composite Materials; Cambridge, Cambridge University Press, 2002.
- Chawla, K.K.; Composite Materials Science and Engineering; New York, Springer, 1998.

Bibliografía complementaria

- ASM handbook vol. 21 “Composites”; ASM International, 2002.
- Taya, M., Arsenault, R.J.; Metal Matrix Composites; Pergamon Press, 1989.
- Parnas, R.S.; Liquid composite molding; Carl Hanser Verlag, 2000.
- Asthana, R.; Solidification Processing of Reinforced Metals; Trans Tech Publications, 1998.

4. CONCLUSIONES

En la presente comunicación se ha propuesto una nueva Guía Docente para la asignatura de “Materiales Compuestos” impartida en el Máster de “Ciencia de Materiales”. Dicha propuesta se basa en los criterios EEES, eligiendo como modelo de evaluación el de portfolio discente. Para la elección de los contenidos se ha tenido en cuenta la experiencia adquirida en los últimos 18 años de impartición de la asignatura, la actividad profesional de los autores en este campo, y un estudio pormenorizado de dicha asignatura dentro y fuera de España, tomando como referencia la calidad contrastada de las universidades y de los programas de Máster que imparten.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hull, D., Clyne, T.W. (2002). An Introduction to Composite Materials. Cambridge: Cambridge University Press.

Chawla, K.K. (1998). Composite Materials Science and Engineering. New York: Springer.

Barberà Gregori, E., Martín Rojo, E. (2009). Portfolio Electrónico: aprender a evaluar el aprendizaje. Editorial UOC.

Universidad de Alicante (2013). Página web del Máster Universitario de Ciencia de Materiales. Recuperado de:

<http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=D041#> (01/06/2013)