



## 66103 - 4. Caracterización I: técnicas físico-químicas

Guía docente para el curso 2011 - 2012

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 7.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Pedro Antonio Algarabel Lafuente** algarabe@unizar.es
- **José Ignacio Arnaudas Pontaque** arnaudas@unizar.es
- **Juan Bartolome Sanjoaquin** barto@unizar.es
- **Lawrence Rocco Falvello** falvello@unizar.es
- **Pilar Cea Minguenza** pilarcea@unizar.es
- **María Reyes Mallada Viana** rmallada@unizar.es
- **Clara Isabel Marquina Garcia** clara@unizar.es
- **José Angel Pardo Gracia** jpardo@unizar.es
- **Javier Rubín Llera** jrubin@unizar.es
- **Silvia Irusta Alderete** sirusta@unizar.es
- **Santiago Martín Solans** smartins@unizar.es
- **José Fernando Bartolomé Usieto** bartolom@unizar.es
- **Nuria Navascues García** nurian@unizar.es
- **Gorka Pera Seijo** gpera@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El módulo "*Caracterización I: Técnicas Químico-Físicas*" es obligatorio y consta de 7 créditos ECTS o 175 horas de trabajo del estudiante. De estos 7 créditos, 3 son teóricos y 4 son créditos correspondientes a prácticas de laboratorio. Se imparte en el segundo cuatrimestre del curso académico. Al igual que el resto de los módulos del máster la impartición y evaluación de este módulo será íntegramente en inglés.

El objetivo de este módulo es dar a conocer al estudiante las distintas técnicas químicas y físicas de caracterización de nanomateriales.

Se trata de un módulo eminentemente práctico donde los estudiantes analizarán, discutirán y valorarán diferentes métodos de caracterización de materiales nanoestructurados en los que las clases teóricas se verán acompañadas y complementadas por un elevado número de prácticas de laboratorio. A través de estas clases prácticas los alumnos tendrán acceso a sofisticados equipos de caracterización percatándose de las posibilidades e información ofrecida por cada una de los métodos estudiados y del hecho de que la caracterización de un material nanoestructurado requiere del empleo de diversas técnicas complementarias.

Dado que toda la titulación se imparte en inglés, los estudiantes deberán tener un nivel medio-alto de este idioma, como mínimo un nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia de Lenguas pero preferiblemente, el nivel B2. El nivel B1 se adquiere cuando el estudiante es capaz de comprender los puntos principales de textos claros y en lengua estándar si tratan sobre cuestiones que le son conocidas, ya sea en situaciones de trabajo, de estudio o de ocio; cuando sabe desenvolverse en la mayor parte de las situaciones que pueden surgir durante un viaje por zonas donde se utiliza la lengua; cuando es capaz de producir textos sencillos y coherentes sobre temas que le son familiares o en los que tiene un interés personal y cuando puede describir experiencias, acontecimientos, deseos y aspiraciones, así como justificar brevemente sus opiniones o explicar sus planes. El nivel B2 se adquiere cuando el estudiante es capaz de entender las ideas principales de textos complejos que traten de temas tanto concretos como abstractos, incluso si son de carácter técnico siempre que estén dentro de su campo de especialización; cuando puede relacionarse con hablantes nativos con un grado suficiente de fluidez y naturalidad de modo que la comunicación se realice sin esfuerzo por parte de ninguno de los interlocutores y cuando puede producir textos claros y detallados sobre temas diversos así como defender un punto de vista sobre temas generales indicando los pros y los contras de las distintas opciones.

## **Actividades y fechas clave de la asignatura**

El inicio de las clases de este módulo se corresponderá con el comienzo del segundo cuatrimestre del curso y tendrá una duración aproximada de cuatro semanas.

El horario de las clases y de las prácticas de laboratorio será en sesiones de tarde y el calendario de las mismas así como las fechas de examen se harán públicas antes del comienzo de cada curso académico en la página web del máster: [www.unizar.es/nanommat](http://www.unizar.es/nanommat)

---

## **Inicio**

---

## **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

### **El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Disponer de una visión de conjunto de diferentes técnicas caracterización de superficies y nanosistemas, conociendo la información aportada por cada una de ellas.
- 2:** Ser capaz de aplicar la técnica de caracterización más apropiada en función de la información morfológica, estructural, analítica o magnética que se desea obtener.
- 3:** Identificar fenómenos y problemas específicos en que la utilización de este tipo de instrumentación puede aportar información esencial.
- 4:** Valorar las dificultades de observación relacionadas con la resolución de los instrumentos y las condiciones ambientales en que han de realizarse las medidas.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

En esta asignatura se presenta una amplia variedad de técnicas fisico-químicas para la caracterización de materiales nanoestructurados. La conveniente utilización, por lo general de varias técnicas complementarias, permite adquirir un grado avanzado de conocimiento sobre la estructura del material, grado de orden, empaquetamiento, presencia de agregados, etc. así como las propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas del nanosistema objeto de estudio.

Una breve descripción de los contenidos de esta asignatura incluye:

Introducción a la preparación y caracterización de superficies. Espectroscopias ópticas (UV-vis, FTIR, etc.). Espectroscopia de fotoelectrones (XPS y UPS). Espectroscopia Auger (AES). Espectroscopia Mossbauer. Técnicas SANS y de difracción de rayos X y neutrones. Técnicas basadas en la utilización de la radiación sincrotrón: XANES, EXAFS y dicroísmo magnético. Caracterización magnética de nanosistemas (SQUID, VSM, MOKE). Magnetotransporte en nanoestructuras. Sondas hall y micro-SQUIDS. Porosimetría (BET).

Las clases teóricas serán complementadas por la realización de sesiones prácticas que incluyen:

- 1.- VSM
- 2.- XPS
- 3.- SQUID
- 4.- Mossbauer
- 5.- Difracción de rayos X
- 6.- Porosimetría
- 7.- QCM

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La caracterización de un material nanoestructurado es un ejercicio vital para conocer la arquitectura, orden, y estructura del mismo así como sus propiedades ópticas, eléctricas y magnéticas. Ello permitirá además correlacionar la estructura química de los compuestos, la técnica de ensamblaje utilizada y las propiedades finales del material.

En este módulo los estudiantes tendrán la oportunidad de utilizar instrumentación científica altamente especializada al objeto de caracterizar materiales nanoestructurados (los alumnos estudiarán algunos de los materiales que ellos mismos prepararon en módulos anteriores). La Universidad de Zaragoza y los Institutos de Nanociencia (INA) y de Ciencia de los Materiales de Aragón (ICMA) ponen a disposición de los estudiantes del máster equipamiento de última generación lo que permitirá a los alumnos adquirir habilidades y destreza en el manejo de instrumentación de gran valor en el currículum de un profesional en disciplinas dentro del campo de la Nanociencia y la Nanotecnología.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Este módulo, conjuntamente con el módulo 5 "*Caracterización II: microscopias avanzadas*", tiene como objetivo instruir al estudiante en los diferentes métodos disponibles para la caracterización de materiales nanoestructurados, y la aplicación de varios de ellos a un nanosistema al objeto de caracterizarlo obteniendo información morfológica, estructural, analítica, óptica, eléctrica o magnética de interés.

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1: Identificar fenómenos y problemas específicos en que la utilización de este tipo de instrumentación puede

aportar información esencial para la caracterización de materiales nanoestructurados.

- 2:** Diferenciar las aportaciones de índole morfológica, estructural, analítica y magnética de diferentes técnicas básicas en nanociencia.
- 3:** Valorar las dificultades de observación relacionadas con la resolución de los instrumentos y las condiciones ambientales en que han de realizarse las medidas.
- 4:** Conocer el tipo de información aportado por cada método de caracterización, asumiendo que un análisis completo requiere de la información complementaria aportada por varias de estas técnicas.
- 5:** Diseñar experimentos para aclarar la composición, estructura, morfología o propiedades de un material en la nanoescala.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Este módulo pretende dotar al estudiante con un conjunto de potentes herramientas para la caracterización de materiales nanoestructurados. En el contexto del máster, la identificación de la nanoestructura de los materiales es un paso fundamental para que al final del curso los alumnos sean capaces de correlacionar la estructura química y la técnica de ensamblaje utilizadas en la fabricación de un nanodispositivo con su arquitectura, morfología y ordenamiento molecular, a la vez que con las propiedades finales del dispositivo.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** Para los estudiantes que opten por la **evaluación continua**:
  - 1.- Evaluación de los 3 créditos ECTS dedicados a los aspectos teóricos (43% de la calificación final):
    - a.- Prueba escrita (50% de los créditos teóricos). En ella se valoran las competencias adquiridas relativas a la caracterización de superficies mediante las técnicas contempladas en este módulo. El examen constará de cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar de aquellos correspondientes a los contenidos de esta asignatura, detallados en el apartado "breve introducción a la asignatura" y (ii) preguntas de respuesta breve o de tipo "test". A través de estas cuestiones teóricas el estudiante habrá de demostrar que ha llegado a obtener las competencias que se deben desarrollar en la asignatura valorándose (de 1 a 10) la corrección en la exposición del tema (calidad científica y capacidad de comunicación escrita) así como la corrección de las respuestas dadas.
    - b.- (50% de los créditos teóricos) Resolución de problemas, ejercicios y cuestiones que se plantearán a lo largo de las clases y que serán resueltas de forma individualizada por el estudiante durante el desarrollo de estas o entregadas a posteriori al profesor que ha impartido dicha clase. En concreto, se valorará: el planteamiento adecuado para la resolución de la cuestión o del problema, la resolución correcta de éste, la interpretación de los resultados y la correcta explicación del desarrollo del problema acompañada por ecuaciones o gráficos cuando sea pertinente. En concreto, se valorará de 1 a 10: el planteamiento adecuado para la resolución del problema, la resolución correcta de éste, la interpretación de los resultados y la correcta explicación del desarrollo del problema acompañada por ecuaciones o gráficos cuando sea pertinente.
  - 2.- Evaluación de los 4 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos del módulo (57% de la calificación

final de este módulo):

a.- Los profesores de prácticas evaluarán las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (50% del total de los créditos prácticos). En este punto se considerarán aspectos fundamentales como habilidades en manejo del instrumental, precisión a la hora realizar los experimentos, atención a los detalles, capacidad para resolver los problemas o dificultades no previstas que puedan presentarse, capacidad para desarrollar un trabajo experimental en grupo, etc.

b.- Respuesta a las preguntas de tipo test y/o cuestionarios planteados antes, durante y/o después de las sesiones prácticas (50% del total de los créditos prácticos). Se valorarán de 1 a 10 las respuestas a estos cuestionarios tanto en su aspecto científico como en la capacidad de comunicación oral y escrita del estudiante, manejo del lenguaje con el apropiado rigor, calidad y presentación los cuestionarios.

Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas dos partes de la evaluación para poder superar la asignatura. En cualquier caso, el promedio de estos apartados deberá ser igual o superior a 5 puntos sobre 10 para aprobar.

**2:**

Para estudiantes **semipresenciales, que se presenten a otras convocatorias o que deseen subir nota**, la evaluación se realizará mediante:

1.- Evaluación de los créditos teóricos (43%) Una prueba escrita con cuestiones teóricas que incluirán: (i) tema/s a desarrollar de alguno de los que se indican en el apartado “breve introducción a la asignatura” de esta guía docente donde aparecen los contenidos de la misma y (ii) preguntas tipo de respuesta breve o de tipo “test”, ejercicios y problemas también referidos a los contenidos impartidos durante las clases y resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre caracterización de materiales mediante las técnicas que se analizan en este módulo. Se valorará de 1 a 10 tanto el rigor y calidad científica de las respuestas como la capacidad de comunicación escrita del estudiante.

2.- Evaluación de los créditos prácticos (57%). En primer lugar se realizará una prueba de tipo test, que habrá de superarse antes de entrar en el laboratorio. En ella se valorará si el estudiante está lo suficientemente preparado para respetar la normativa de seguridad en el laboratorio y si está capacitado para el manejo de la instrumentación implicada en la prueba práctica. Ésta será una prueba eliminatoria, que se superará únicamente con una calificación de 8 sobre 10. Este primer test tendrá un valor del 5% del total de esta prueba. Si se supera el test entonces el estudiante comenzará el examen de laboratorio que consistirá en la realización de un trabajo experimental en el que el alumno deberá demostrar que es capaz de planificar los experimentos convenientes a la vista de los objetivos que debe alcanzar y ejecutar dichos experimentos de forma adecuada manejando correctamente la instrumentación correspondiente (siendo supervisado en todo momento por un experto que interrumpirá el examen si observase que el estudiante está poniendo en peligro el equipo o equipos utilizados o su propia seguridad). Deberá asimismo interpretar los datos obtenidos. Esta parte de la prueba tendrá un peso del 95% de esta prueba de evaluación de los créditos prácticos.

Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas dos partes del examen para poder superar la asignatura. Además de deberá obtener un promedio igual o superior a 5 puntos sobre 10 para aprobar.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

Este módulo tiene como finalidad dar a conocer a los estudiantes diferentes técnicas de caracterización de materiales nanoestructurados identificando el tipo de información aportada por cada método.

Por esta razón, tras un estudio general de estos métodos a través de clases magistrales participativas se pasará a una

actividad de análisis de casos y problemas en los que pueden observarse, profundizarse, valorarse y matizarse esos principios.

Las clases se complementarán con prácticas de laboratorio donde los estudiantes podrán estudiar, observar y manejar la instrumentación propia para la caracterización de materiales nanoestructurados. Además, en consonancia con las asignaturas previas del máster relativas a la fabricación de nanosistemas, los estudiantes tendrán la oportunidad de caracterizar en este módulo algunas de las muestras preparadas por ellos.

Se terminarán de analizar casos prácticos en los que el profesorado expondrá ante el alumnado seminarios especializados con el estudio de casos reales.

## **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1:** Cada capítulo de contenidos que integra el programa del módulo, será presentado, analizado, y discutido por el profesor a través de clases magistrales participativas durante 50 minutos. Los profesores proporcionarán a los estudiantes las notas, apuntes o resúmenes del contenido de la clase antes del comienzo de la misma así como la literatura recomendada para la profundización en dicho tema.
- 2:** Discusión abierta de los conceptos básicos y su aplicación. Comparación con el desarrollo real. Resolución de problemas, identificación de espectros y casos prácticos. Todo ello se desarrollara igualmente en el contexto de clases participativas de 50 minutos.
- 3:** Presentación de seminarios por profesorado altamente especializado donde se analizarán casos reales.
- 4:** Realización de siete prácticas de laboratorio mediante las cuales el alumno se enfrentará a problemas reales sobre la caracterización de materiales nanoestructurados.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Este calendario se hará público al comienzo de cada curso académico a través de la página web del máster: [www.unizar.es/nanomat](http://www.unizar.es/nanomat). En cualquier caso, tanto las clases como las sesiones prácticas, exámenes, etc. tendrán lugar siempre en horario de tarde.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**