



## 66102 - 3. Ensamblaje y fabricación de nanoestructuras

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 8.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Manuel Arruebo Gordo** arruebom@unizar.es
- **Joaquín Coronas Ceresuela** coronas@unizar.es
- **María Reyes Mallada Viana** rmallada@unizar.es
- **Luis Teodoro Oriol Langa** loriol@unizar.es
- **Milagros Piñol Lacambra** mpinol@unizar.es
- **Miguel Ángel Urbiztondo Castro** urbiz@unizar.es
- **Raquel Giménez Soro** rgimenez@unizar.es
- **Francisco Balas Nieto** fbalas@unizar.es
- **María Pilar Lobera González** plobera@unizar.es
- **Victor Sebastián Cabeza** victorse@unizar.es
- **Maria Teresa Sierra Tavieso** tsierra@unizar.es
- **José Luis Hueso Martos** jlhueso@unizar.es
- **Gema Martínez Martínez** gemamar@unizar.es
- **Alfonso Martínez Felipe** almarfe@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El módulo "*Ensamblaje y Fabricación de Nanoestructuras*" es obligatorio y consta de 8 créditos ECTS o 200 horas de trabajo del estudiante. De estos 8 créditos, 6 son teóricos y 2 son créditos correspondientes a prácticas de laboratorio. Se imparte en el primer 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 de ensamblaje y fabricación de Nanoestructuras.

Tiene un carácter eminentemente orientado y práctico donde los estudiantes analizarán, discutirán y valorarán diferentes métodos de ensamblaje y fabricación de Nanoestructuras en los que las clases teóricas se verán acompañadas y complementadas por seis sesiones prácticas a través de las cuales podrán observar en primera línea de laboratorio las dificultades y las ventajas de diferentes métodos de preparación de estos materiales, teniendo acceso a equipamiento altamente especializado que podrán manejar, bajo supervisión del profesorado, dado el bajo número de estudiantes por grupo (3-4 alumnos).

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.

**Puede obtenerse información adicional (becas, eventos, etc.) sobre este máster en la página web:**  
[www.unizar.es/nanomat](http://www.unizar.es/nanomat)

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

El inicio de las clases de este módulo se corresponderá con el fin del módulo 2 (alrededor de la segunda semana de diciembre) y se extenderá durante, aproximadamente, cinco 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: (<https://ciencias.unizar.es/web/horarios.do>)

---

## **Inicio**

---

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

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

- 1:** Identificar claramente los diferentes tipos de nanoestructuras (0D, 1D, 2D y 3D) y los métodos químicos y físicos disponibles para su fabricación.
- 2:** Reconocer las distintas arquitecturas supramoleculares y macromoleculares, su importancia en química y las potenciales aplicaciones de éstas en diversos campos de la Nanotecnología, proponiendo diseños estructurales racionales y herramientas de síntesis química efectivas para la fabricación y el ensamblaje de estructuras funcionales.

- 3:** Planificar, diseñar y llevar a cabo experimentos con vistas a la fabricación de nanomateriales, evaluando la problemática, los riesgos, y los resultados.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Como continuación del módulo anterior, en este, se introducirán los conceptos básicos en química necesarios para comprender los procesos de autoensamblaje y autoorganización molecular que permitirán a los estudiantes hacer un uso práctico de la química en beneficio de la fabricación de estructuras de interés en Nanociencia y Nanotecnología.

Los contenidos de esta asignatura incluyen:

Nanomateriales, nanoestructuras y su fabricación: nanopartículas, puntos cuánticos, nanotubos, nanohilos, nanoláminas, nanocomposites, polímeros, dendrímeros y liposomas. Autoensamblado jerárquico y autoorganización molecular: nanoestructuras supramoleculares, crecimiento por autoensamblaje bioquímico, etc. Quiralidad en superficies. Funcionalización de nanoestructuras. Capas inorgánicas.

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

- 1.- Síntesis de Nanotubos
- 2.- Síntesis de nanopartículas magnéticas en disolución
- 3.- Crecimiento de capas
- 4.- Ensamblaje en la fabricación de nanoestructuras
- 5.- Preparación de agregados micelares de copolímeros en bloque
- 6.- Química Supramolecular; fases anisotrópicas autoensambladas: cristales líquidos.

---

## 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:**

A través de este módulo se pretende que los estudiantes se conciencien de la importancia del orden a nivel atómico y a nivel molecular, y como ese ordenamiento puede llegar a determinar las propiedades de un material nanoestructurado, que pueden ser bien diferentes a la que tiene ese mismo compuesto en una estructura tridimensional sin orden preferencial. Es precisamente en ese orden que, de forma natural o impuesta a través de diferentes técnicas de ensamblaje, interacciones intermoleculares dirigidas, estrategias de la química 'click', polimerizaciones controladas, funcionalización química de nano-objetos, etc., pueden lograrse a escala nanoscópica propiedades que condicionarán las posibles aplicaciones y utilidades de esos materiales que se irán analizando en módulos posteriores del máster. Por todo ello, es fundamental que los estudiantes de esta titulación conozcan y sepan aplicar los procesos químicos y físicos que pueden conducir a dichos ordenamientos.

## Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Este módulo, conjuntamente con el módulo “*Fabricación de Materiales Nanoestructurados*”, tiene como objetivo instruir al estudiante en los diferentes métodos disponibles para la obtención de materiales nanoestructurados, lo que supone el primer paso en la fabricación de nanodispositivos con propiedades de interés en campos tan diversos como la física, la química, la bioquímica o la medicina.

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

- 1:** Valorar cómo un exhaustivo control del orden a nivel atómico y molecular permite optimizar y potenciar las propiedades de los materiales.
- 2:** Reconocer el potencial de la química en la fabricación de nanoestructuras autoensambladas, estructuras jerárquicas, quirales, etc.
- 3:** Hacer uso de los conocimientos químicos y quimicofísicos necesarios para afrontar en aplicaciones reales el ensambaje y la fabricación de nanoestructuras funcionales.

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

El primer paso en la fabricación de un nanodispositivo es la selección y el diseño de un método adecuado para el ensamblaje de los átomos o moléculas constituyentes del nanodispositivo. Por ello esta asignatura, que se imparte en paralelo a los módulos 1 (*Propiedades Fundamentales de los Materiales Nanoestructurados*) y 3 (*Ensamblaje y fabricación de Nanoestructuras*) se sitúa al comienzo del curso académico, para pasar más adelante a estudiar cómo se puede caracterizar el material nanoestructurado obtenido y valorar sus propiedades y potenciales aplicaciones en el mercado.

---

## 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.- La evaluación de los 6 créditos ECTS representa el 75% de la calificación final. Se realizará una prueba escrita (50% de la evaluación de estos 6 créditos teóricos. En ella se valoran las competencias adquiridas por el estudiante en forma de conocimientos teóricos relativos al ensamblaje y fabricación de nanoestructuras. 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 por ende, de 1 a 10, la corrección en la exposición del tema (calidad científica y capacidad de comunicación

escrita) así como la concisión y calidad las respuestas dadas.

Además del examen escrito, se valorará (50% de la calificación de estos créditos teóricos) la resolución de problemas, ejercicios y cuestiones a lo largo de las clases y que el estudiante entregará durante el desarrollo de éstas o posteriormente según le indique el profesor. El alumno tendrá que manifestar sus conocimientos sobre nanomateriales, nanoestructuras y técnicas nano-litográficas. En concreto, se valorará, de 1 a 10: el planteamiento adecuado para la resolución de la cuestión o del problema planteado, 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 2 créditos ECTS dedicados a los aspectos prácticos del módulo (25% de la calificación final de este módulo):

a.- Los profesores de prácticas evaluarán, de 1 a 10, las habilidades y destrezas de los alumnos en el laboratorio (25% de la calificación 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 cuestionarios planteados antes, durante y/o después de las sesiones prácticas (25% de la evaluación de los créditos prácticos). Asimismo los estudiantes elaborarán un informe con un elevado grado de detalle (introducción donde se plantee el estado del arte del tema correspondiente, objetivos, resultados, discusión, conclusiones y bibliografía) de una sola de las seis prácticas que se realizarán en este módulo (50% de la evaluación de los créditos prácticos). Se atenderá especialmente a verificar que los estudiantes han adquirido las competencias propias de estas sesiones prácticas, es decir, capacidad para fabricar en el laboratorio materiales nanoestructurados mediante procedimientos de autoensamblaje, dominio de las técnicas para funcionalización de nanoestructuras y conocimiento de las técnicas nanolitográficas a las que tendrán acceso en las prácticas propias de este módulo. Asimismo, se valorará la capacidad de comunicación escrita del estudiante, manejo del lenguaje con el apropiado rigor científico, calidad y presentación del informe.

Será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en cada una de estas dos partes, teoría y práctica, para poder superar la asignatura. Además, deberá obtenerse un promedio 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.- 75%: 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 de respuesta breve y/o de tipo "test" también referidas a los contenidos impartidos durante las clases y resolución de problemas y ejercicios donde el alumno manifieste sus conocimientos sobre fabricación de nanomateriales, nanoestructuras y técnicas nano-litográficas. La calidad científica y la capacidad de comunicación se valorarán con una puntuación de 1 a 10.

2.- 25%. 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). Esta parte tendrá un peso del 65% de la calificación de esta prueba. Finalmente, deberá interpretar los datos obtenidos y redactar un informe donde analice los resultados obtenidos y las principales conclusiones. Se valorará de 1 a 10 la calidad científica del informe presentado y las habilidades de comunicación del estudiante. Este informe tendrá un valor de un 30% del peso total de esta prueba.

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, se exigirá 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 métodos de ensamblaje y fabricación de nanoestructuras identificando el papel relevante que la química juega en el ensamblaje molecular, química supramolecular, obtención de estructuras quirales y funcionalizadas, etc.

Tras un análisis general de estas posibilidades a través de clases magistrales participativas se pasará a una actividad de estudio 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 aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a la casos reales de fabricación de nanoestructuras.

Se terminarán de analizar casos prácticos con una actividad de elaboración de seminarios en la que el estudiante redactará una memoria sobre detalles más específicos no analizados previamente en clase sobre algún método de preparación y su importancia en el contexto científico, tecnológico, social y económico.

### 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 y casos prácticos. Todo ello se desarrollara igualmente en el contexto de clases participativas de 50 minutos.
- 3:** Realización de seis prácticas de laboratorio mediante las cuales el alumno se enfrentará a problemas reales sobre la preparación de materiales nanoestructurados. Gracias al trabajo con los compañeros de los grupos de prácticas que se organizarán, el estudiante desarrollará habilidades sobre cómo trabajar en grupo, y a través de la elaboración de un informe con un importante grado de detalle de una de las prácticas se irá acostumbrando a una presentación profesional de su trabajo, aprendiendo a comunicar sus resultados en

inglés.

## **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). Las sesiones presenciales siempre tendrán lugar en horario de tarde.

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