



## Máster en Ingeniería Biomédica 69312 - Nanobiomedicina: Fundamentos y aplicaciones

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 3.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Manuel Arruebo Gordo** arruebom@unizar.es
- **Jesús Martínez De la Fuente** jmfuente@unizar.es
- **Rafael Martín Rapun** rmartin@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Las asignaturas:

- Nanobiomedicina: Fundamentos y Aplicaciones (3 ECTS)
- Nanoterapia (3 ECTS)
- Nanodiagnóstico (3 ECTS)

Son asignaturas secuenciales y se recomienda cursarlas en sucesión si se desea tener una visión experta y específica de las aplicaciones de las nanoestructuras en el campo biomédico. La nanomedicina, como aplicación de la nanotecnología al desarrollo de nuevos sistemas de diagnóstico y terapia, así como a la mejora de los existentes, ha sido señalada como una prioridad tanto de las agendas estratégicas de los países OCDE como de países emergentes, de ahí su gran interés e importancia. Su implantación se enfoca hacia la mejora en la calidad del servicio al paciente, permitiendo avanzar hacia una tecnología sanitaria más personalizada, con un nivel de coste asumible, ofreciendo productos competitivos y de alto valor añadido. Dichos tres cursos ofrecen una visión del campo lo más exhaustiva posible.

Si se desea simplemente tener una visión global del campo de la nanobiomedicina sin entrar en detalle en saber cómo la nanomedicina es ya una realidad que está produciendo avances en el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades bastaría con cursar el curso introductorio: "Nanobiomedicina: Fundamentos y Aplicaciones (3 ECTS)" pero si se desea profundizar en el campo y realizar prácticas de laboratorio relacionadas con las aplicaciones Biomédicas habría que cursar las tres asignaturas.

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen a las áreas de Ingeniería Química y de Química Orgánica.

El idioma de impartición de las clases es el inglés (o si hay consenso entre los alumnos, el castellano).

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición

de los contenidos teóricos, la realización de prácticas de laboratorio (si se matricula el alumno de las asignaturas: Nanoterapia y Nanodiagnóstico) y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura así como desarrollar exposiciones públicas.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/> > (o bien en el servidor Alfresco del Master).

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:**  
Ser capaz de elaborar una memoria científicamente válida desarrollando uno de los ejemplos descritos durante el curso sobre Materiales y Dispositivos empleados actualmente en Nanociencia o Nanotecnologías.
- 2:**  
El estudiante superando esta asignatura adquiere un conocimiento básico en el campo de las Aplicaciones Biomédicas de la Nanociencia, partiendo de aprender a sintetizar dichos nanomateriales, a caracterizarlos y a aplicarlos en terapia y en diagnóstico. La exigencia en el trabajo solicitado para superar la asignatura es tal que un trabajo meramente divulgativo sin valor científico no es admisible.
- 3:**  
El alumno es capaz de manejar la terminología básica del campo de la Nanomedicina, entiende los conceptos y es capaz de relacionarlos. Es capaz de ver en el contexto global de las aplicaciones Biomédicas la importancia y el papel que desempeña la Nanobiomedicina.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Este curso está diseñado para exponer a los estudiantes las aplicaciones de la nanociencia y la nanotecnología en biotecnología y áreas biomédicas y su nivel de desarrollo a escalas industriales y de laboratorio. Este curso hace hincapié en las tecnologías utilizadas en la fabricación y producción de nanomateriales, sus aplicaciones en la biotecnología y la biomedicina, el futuro y las implicaciones sociales, éticas y ambientales de estas tecnologías. Proporciona una introducción a la historia, las herramientas, los materiales y las aplicaciones actuales y emergentes de la nanotecnología. Está diseñado para proporcionar una introducción general a: 1) base científica subyacente para explicar el comportamiento de los nanomateriales, 2) el alcance de los nanomateriales y su uso en productos comercializados, 3) los métodos de fabricación y caracterización de los nanomateriales, y 4) su aplicación en el campo de la Biomedicina (tanto en terapia como en diagnóstico).

Esta asignatura optativa forma parte de especialidad en *Biomecánica y Biomateriales Avanzados*.

---

## 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 materia consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno.

Los objetivos primordiales son mostrar al alumno como la nanotecnología está contribuyendo al desarrollo de nuevos sistemas de diagnóstico y terapia, así como a la mejora de los existentes. Se mostrarán ejemplos actuales de cómo dicha Ciencia y los equipos tecnológicos que se derivan de ella están permitiendo mejorar la calidad del servicio al paciente, permitiendo avanzar hacia una tecnología sanitaria más personalizada, con un nivel de coste asumible, ofreciendo productos competitivos y de alto valor añadido. Se plantea también como objetivo el de diferenciar aquellas aproximaciones Nanotecnológicas que van aplicadas a la Terapia de aquellas que van aplicadas al Diagnóstico con especial énfasis en la utilización de los Biosensores.

Desde el punto de vista de la terapia, en primer lugar se describirá la aparición del suministro localizado de fármacos empleando nanopartículas como una nueva técnica terapéutica que minimiza los inconvenientes de las terapias habituales. Los conceptos fundamentales para entender los mecanismos de difusión de los fármacos en el organismo serán revisados. Se detallarán las técnicas de síntesis y caracterización de las nanopartículas empleadas en el suministro localizado de fármacos. Las aplicaciones de las nanopartículas se describirán de acuerdo con las distintas vías fisiológicas por las que se pueden suministrar los fármacos. Se describirán las estrategias y aspectos claves para la inmovilización del elemento de reconocimiento. Se dividirá el programa de la asignatura en dos grandes grupos de nanopartículas, orgánicas e inorgánicas. También se dividirá en dos grandes grupos la manera de aproximar las nanopartículas allí donde la terapia o el diagnóstico sean necesarios, usando mecanismos activos y pasivos. Especial énfasis se hará en la descripción de las nanopartículas magnéticas como instrumentos terapéuticos (en el suministro localizado de fármacos y en hipertermia magnética). Se describirá el futuro e implicaciones sociales, éticas y ambientales de estas tecnologías y se introducirá el campo de la Nanotoxicología.

Dentro de la parte de diagnóstico se hará especial énfasis en el desarrollo de los Biosensores, desde su fabricación, los distintos tipos de sensores y de transductores así como los distintos campos de aplicación. Se compararán los sensores basados en Nanotecnologías con los sensores convencionales utilizados actualmente en los campos Biológicos y Médicos.

El temario interconecta con la materia de Diseño de prótesis e implantes y con Biomateriales, así como con Sistemas de imagen médica (Tecnologías de captación de imágenes médicas), ya que se suministran localizadamente fármacos desde dispositivos implantados directamente en el organismo. Del mismo modo, los Biomateriales buscan en muchas de sus aplicaciones biomédicas la oseointegración, y en consecuencia, el suministro localizado de fármacos es una herramienta a utilizar (i.e., encapsulando factores de crecimiento). Está relacionada con la asignatura: Fundamentos de anatomía y biología celular de la cual muchos aspectos son necesario conocer para entender bien la parte de Biosensores. En la parte terapéutica la asignatura Tecnologías Ópticas en Biomedicina también sería complementaria.

Esta materia posiciona al estudiante en el conocimiento de las herramientas más punteras utilizadas hoy en día en el contexto biomédico en el ámbito del diagnóstico clínico e in vivo, lo cual se enmarca dentro de los objetivos de la Titulación de Ingeniería Biomédica. Además de interiorizar al estudiante en la síntesis de nanomateriales y su biofuncionalización para el desarrollo de nanobiosensores, también se interiorizará al alumnado en las técnicas de caracterización más punteras para la investigación en Nanociencia y Nanobiotecnología (TEM, SEM, XPS, DLS, EDX, SQUID, etc.). Se podrá visitar todo este equipamiento ya que contamos con él en el Instituto de Nanociencia de Aragón (microscopios electrónicos de transmisión con corrector de aberraciones crómatica TITAN, salas blancas, etc.).

La asignatura tendrá la siguiente temática:

- Tema 1. Generalidades de la Nanociencia, revisión histórica, base científica subyacente para explicar el comportamiento de los nanomateriales. Manipulación de los materiales a escala atómica y molecular.
- Tema 2. Síntesis y caracterización de nanopartículas y de materiales nanoestructurados. Métodos físicos y químicos de síntesis de nanopartículas. Técnicas de caracterización de nanomateriales.
- Tema 3. Bioquímica aplicada a Nanomedicina. Conocimientos básicos de biología (estructura y función de biomoléculas: sondas de ADN, enzimas, anticuerpos, etc.).
- Tema 4. Estrategias y aspectos claves para la inmovilización del elemento de reconocimiento. Durante el curso se discutirán los métodos de funcionalización más adecuados según el tipo de elemento de reconocimiento a utilizar (ácidos nucleicos, enzimas, anticuerpos, etc.). Otros aspectos claves como la importancia del control de la estequiometría por control del número de elementos de reconocimiento unido también serán discutidos.
- Tema 5. Introducción a las aplicaciones terapéuticas y diagnósticas de la Nanobiomedicina.
- Tema 6. Futuro e implicaciones sociales, éticas y ambientales de estas tecnologías. Nanotoxicología.

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

Las aplicaciones basadas en Nanociencia representan unas de las de mayor auge económico de toda la Industria farmacéutica. Creemos que dentro del campo de la Ingeniería Biomédica el conocimiento de alguna de las aplicaciones Biomédicas de la Nanociencia será de mucha proyección futura. Dicho conocimiento permitirá que el estudiante pueda conocer un área novedosa y de gran auge e impacto que puede revolucionar la medicina clásica.

Los conocimientos adquiridos en la titulación sobre imagen médica y los fundamentos de anatomía y biología celular, materiales en general y biomateriales en particular contribuyen a facilitar el aprendizaje.

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

- 1:** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación (CB. 6)
- 2:** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio (CB.7)
- 3:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios (CB.8)
- 4:** Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades (CB.9)
- 5:** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo (CB.10)
- 6:** Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)
- 7:** Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2)
- 8:** Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)
- 9:** Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)
- 10:** Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)
- 11:** Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzadas de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos (CO.3)

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

El estudiante puede ampliar el abanico de posibilidades que su formación le brinda tras terminar el master al “descubrir” las posibilidades multidisciplinarias que la Nanociencia ofrece. Así como poder aplicar su formación a la Industria Farmacéutica, Biotecnológica, etc.

La importancia de los resultados de aprendizaje diseñados para esta asignatura radica en poder demostrar conocimientos básicos en uno de los campos de mayor proyección actual en el campo de la Bioingeniería, los Biomateriales, la Medicina Personalizada y las aplicaciones Biomédicas.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

**1: EVALUACIÓN CONTINUA**

Si el alumno opta por evaluación continua:

**A1: Trabajo personal:**

El alumno es capaz de elaborar una memoria científicamente válida desarrollando un artículo científico de revisión sobre alguno de los ejemplos o aplicaciones descritas durante el curso.

El estudiante superando esta asignatura adquiere un conocimiento básico en el campo de las Aplicaciones Biomédicas de la Nanociencia, así como un aprendizaje más específico en el Suministro Localizado de Fármacos y en el de Biosensores mediante la elaboración de dicho trabajo de revisión. La exigencia en el trabajo solicitado para superar la asignatura es tal que un trabajo meramente divulgativo sin valor científico no es admisible.

El profesor propondrá a cada uno de los alumnos matriculados un tema relacionado con la temática del curso y lo más próximo posible a los intereses del alumno teniendo en cuenta sus tareas profesionales o proyecto de tesis que estuviera desarrollando (si procede).

El trabajo tendrá que tener la estructura de un artículo de divulgación científica de revisión con la siguiente estructura:

- Título
- Autor
- Resumen del trabajo: Sin exceder las 250 palabras deberá ser una descripción concisa del material presentado en el trabajo y sus implicaciones.
- Introducción: Tendrán que ser 1 ó 2 párrafos, de 250 a 750 palabras cada uno definiéndose e introduciéndose el tópico del trabajo.
- Revisión del estado del arte: No hay límite en cuanto al número de palabras. Dicho apartado describirá los avances más recientes en el campo sobre el que se está haciendo dicha revisión científica, haciendo hincapié en aquellos avances que hayan supuesto un gran impulso al área, las direcciones a seguir en este campo y las aplicaciones que se prevén para los próximos años.
- Conclusiones: Resumen de las conclusiones clave que se obtienen de dicha revisión. De 1 a 2 párrafos con un total de 250 a 750 palabras.
- Bibliografía: Citas bibliográficas que son mencionadas en el texto.

El alumno expondrá también públicamente el trabajo personal desarrollado. La exposición pública tendrá una duración aproximada de 10 min por alumno.

Además del trabajo de revisión el alumno realizará un examen tipo test que constará de 5 preguntas y que englobarán conceptos básicos de las materias tratadas durante el curso.

Criterio de evaluación:

El trabajo de revisión será evaluado de 0 a 5 dependiendo de cómo el alumno haya descrito el estado del arte actual en el tópico elegido así como la calidad de su visión personal sobre dicho campo. No se trata de hacer una revisión mencionando todos y cada uno de los avances en el área sino tener una visión general mencionando aquellos que hayan tenido un impacto y mencionando qué líneas de investigación futuras y en qué líneas van a dirigir los esfuerzos de los investigadores en los próximos años. Se valorará específicamente la opinión personal de cada alumno sobre el tópico en cuestión.

### **A2: Examen con cuestiones teóricas:**

El examen se evaluará de 0 a 5 en virtud de las respuestas válidas obtenidas.

La nota del examen computará en un 50% de la nota final del alumno. La nota del trabajo de revisión computará con el 500% restante de la nota final.

Si el alumno suspende el examen teórico pero aprueba el trabajo personal, éste último se guardará hasta Septiembre.

## **2: EVALUACIÓN GLOBAL**

Si el alumno opta por esta modalidad tendrá derecho a un examen de evaluación global. Dicho examen se evaluará de 0 a 10 y representará la nota final de la asignatura.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

**A01** Al resto de actividades (incluidos trabajos tutorados, evaluaciones, exposiciones públicas y estudio personal) le corresponden 49 horas.

**A02 Clase magistral participativa** (26 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

#### **A1 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación.**

El profesor propondrá a cada uno de los alumnos matriculados un tema relacionado con la temática del curso y lo más próximo posible a los intereses del alumno teniendo en cuenta sus tareas profesionales o proyecto de tesis que estuviera desarrollando (si procede).

El trabajo tendrá que tener la estructura de un artículo de divulgación científica de revisión con la siguiente estructura:

-Título

-Autor

-Resumen del trabajo: Sin exceder las 250 palabras deberá ser una descripción concisa del material presentado en el trabajo y sus implicaciones.

-Introducción: Tendrán que ser 1 ó 2 párrafos, de 250 a 750 palabras cada uno definiéndose e introduciéndose el tópico del trabajo.

-Revisión del estado del arte: No hay límite en cuanto al número de palabras. Dicho apartado describirá los avances más recientes en el campo sobre el que se está haciendo dicha revisión científica, haciendo hincapié en aquellos avances que hayan supuesto un gran impulso al área, las direcciones a seguir en este campo y las aplicaciones que se prevén para los próximos años.

-Conclusiones: Resumen de las conclusiones clave que se obtienen de dicha revisión. De 1 a 2 párrafos con un total de 250 a

750 palabras.

Bibliografía: Citas bibliográficas que son mencionadas en el texto.

El alumno expondrá públicamente durante 10 min el trabajo desarrollado durante el mismo al resto de la clase.

**A3: Tutoría.** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases teóricas.

**A4: Evaluación.** Pruebas escrita teórica. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación

## 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:** Generalidades de la Nanociencia, revisión histórica, base científica subyacente para explicar el comportamiento de los nanomateriales. Manipulación de los materiales a escala atómica y molecular.
- 2:** Síntesis y caracterización de nanopartículas y de materiales nanoestructurados. Métodos físicos y químicos de síntesis de nanopartículas. Técnicas de caracterización de nanomateriales.
- 3:** Bioquímica aplicada a Nanomedicina. Conocimientos básicos de biología (estructura y función de biomoléculas: sondas de ADN, enzimas, anticuerpos, etc.).
- 4:** Estrategias y aspectos claves para la inmovilización del elemento de reconocimiento. Durante el curso se discutirán los métodos de funcionalización más adecuados según el tipo de elemento de reconocimiento a utilizar (ácidos nucleicos, enzimas, anticuerpos, etc.). Otros aspectos claves como la importancia del control de la estequiometría por control del número de elementos de reconocimiento unido también serán discutidos.
- 5:** Introducción a las aplicaciones terapéuticas y diagnósticas de la Nanobiomedicina.
- 6:** Futuro e implicaciones sociales, éticas y ambientales de estas tecnologías. Nanotoxicología.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del master (<http://www.masterib.es>). Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/> > (o bien en el servidor Alfresco del Master).

## Bibliografía

### Bibliografía y Recursos

- Nanobiotechnology Inorganic Nanoparticles vs Organic Nanoparticles. Edited by Jesus M. de la Fuente and V. Grazu. ISSN: 1876-2778; ISBN: 978-0-12-415769-9
- Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy por: Peer, Dan; Karp, Jeffrey M.; Hong, SeungPyo; et ál. NATURE NANOTECHNOLOGY Volumen: 2 Número: 12 Páginas: 751-760 Fecha de publicación: DEC 2007
- Gold nanoparticles in nanomedicine: preparations, imaging, diagnostics, therapies and toxicity. Por: Boisselier, Elodie; Astruc, Didier. CHEMICAL SOCIETY REVIEWS Volumen: 38 Número: 6 Páginas: 1759-1782 Fecha de publicación: 2009
- Multifunctional Magnetic Nanoparticles: Design, Synthesis, and Biomedical Applications. Por: Gao, Jinhao; Gu, Hongwei; Xu,

Bing. ACCOUNTS OF CHEMICAL RESEARCH Volumen: 42 Número: 8 Páginas: 1097-1107 Fecha de publicación: AUG 2009

- Gold nanoparticles: interesting optical properties and recent applications in cancer diagnostic and therapy. Por: Huang, Xiaohua; Jain, Prashant K.; El-Sayed, Ivan H.; et ál.. NANOMEDICINE Volumen: 2 Número: 5 Páginas: 681-693 Fecha de publicación: OCT 2007
- Nanomedicine-Challenge and Perspectives. Por: Riehemann, Kristina; Schneider, Stefan W.; Luger, Thomas A.; et ál.. ANGEWANDTE CHEMIE-INTERNATIONAL EDITION Volumen: 48 Número: 5 Páginas: 872-897 Fecha de publicación: 2009

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