

Curso
2026/2027

Guía Docente:

MATERIALES EN NANOMEDICINA



FACULTAD DE
CIENCIAS QUÍMICAS

1. IDENTIFICACIÓN

Titulación	Máster en Química de Materiales para el Futuro	Código	610595
Asignatura	Materiales en Nanomedicina	ECTS	5
Materia	Aplicaciones de Materiales		
Módulo	Aplicaciones de Materiales		
Carácter	Optativo	Semestre	Primero
Departamento responsable	Química Analítica (QA) Química Física (QF) Química Inorgánica (QI) Bioquímica (BQ)		

Profesores responsables

Actividad	Profesor	Email	Despacho	Departamento
Teoría Seminarios	Roberto Álvarez-Fernández García	robalvar@ucm.es	QA-402	QA
Teoría Seminarios	Rubén Ahijado Guzmán	rahijado@ucm.es	QB-233	QF
Teoría Seminarios	Helena Gavilán	hgavilan@ucm.es	QA-247	QF
Teoría Seminarios	Cristian Cuerva de Alaiz	c.cuerva@ucm.es	QA-229B	QI
Teoría Seminarios	María Teresa Portolés Pérez	tportole@ucm.es	Fac. CC. Químicas, 4 ^a planta, puerta 8	BQ
Teoría Seminarios	Lucía García Ortega	luciagar@ucm.es	Fac. CC. Biológicas, edificio anexo, 1 ^a planta, laboratorio 5	BQ
Teoría Seminarios	María José Feito Castellano	mjfeito@ucm.es	Fac. CC. Biológicas, edificio anexo, 1 ^a planta	BQ

2. OBJETIVOS

1. Justificar la aplicación de los nanomateriales en el terreno de la nanomedicina, relacionando su diseño y características estructurales con sus propiedades como agentes terapéuticos y/o sensores, e identificando las ventajas y limitaciones de cada aplicación.
2. Formular las estrategias de síntesis química (bottom-up) más empleadas para la obtención de materiales nanoestructurados, nanomáquinas y nano-robots, analizando como factores principales la composición, reactividad, proceso de ensamblaje empleados, así como su adecuada funcionalidad.

3. Evaluar la importancia de los nanomateriales en la fabricación de dispositivos sensores para el diagnóstico y monitorización de enfermedades, examinando sus características distintivas y las relaciones entre la estructura y las propiedades
4. Desarrollar alternativas para el empleo de nanomateriales como sistemas de transporte y liberación de fármacos, relacionando su diseño con los tipos de nanoterapias existentes y las etapas y procesos biológicos involucrados.
5. Establecer los modelos de evaluación funcional de nanomateriales en el contexto biomédico, aplicándolos según los parámetros de medida (liberación, biodistribución, biocompatibilidad, toxicidades, nanointernalización celular, etc).
6. Debatir los aspectos éticos y normativos relacionados con el desarrollo de la nanomedicina, retos y oportunidades, agentes implicados, etc.

3. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL MÁSTER

La asignatura se oferta como optativa dentro del Módulo 2: Aplicaciones de Materiales, formando parte de la materia del mismo título ofreciendo contenidos específicos de nanociencia y nanotecnología para la fabricación de nuevos nanomateriales y nanodispositivos de utilidad biomédica, principalmente en diagnóstico y terapia.

La asignatura presenta interés para alumnos con formación en Química, Ingeniería de Materiales, Biomedicina, Biotecnología y áreas afines. La asignatura se enfoca al diseño molecular, a la síntesis y caracterización, y a la evaluación funcional de los nuevos nanomateriales y nanodispositivos de interés, desde una perspectiva bottom-up orientada hacia la demanda de nuevos productos y servicios para la medicina. El curso cubrirá aspectos específicos de nanoquímica de materiales en el contexto biomédico, y su evaluación funcional bajo la perspectiva de la regulación legal y el cumplimiento normativo en los diferentes tipos de aplicación en diagnóstico y terapia.

4. CONTENIDOS

Conocimientos básicos

Conceptos básicos en nanomateriales y nanomedicina. Estrategias de construcción bottom-up. Química bioortogonal. Nanomáquinas y nano-robots moleculares. Características estructurales y composición química de nanosensores. Biosensores y Plataformas para diagnóstico de enfermedades. Nanomateriales y técnicas para bioimagen. Definición y tipos de nanoterapias. Mecanismos de interacción con el medio biológico y monitorización de la internalización celular. Control del proceso de liberación y biodistribución. Modelos in vitro e in vivo para la evaluación de la biocompatibilidad. Técnicas de análisis.

Contenidos generales

Los contenidos a tratar son:

1. Tipos de nanomateriales utilizados para diagnóstico y para diversas nanoterapias.
2. Síntesis y funcionalización de nanomateriales y de sus ensamblajes.
3. Estructura y propiedades de los nanomateriales.
4. Regulación y control del uso de nanomateriales con fines biomédicos.
5. Desarrollo de futuros nanomateriales para diferentes aplicaciones biomédicas.

Programa

BLOQUE 1. INTRODUCCIÓN Y ESTRATEGIAS DE FUNCIONALIZACIÓN

Tema 1. Introducción a la nanomedicina

Definición y características intrínsecas de los nanomateriales en biomedicina. Normativa y legislación. Tipos de nanomateriales. Aproximaciones top-down y bottom-up. Métodos de preparación. Química bio-ortogonal.

Tema 2. Estrategias de funcionalización y construcción bottom-up

Interacciones supramoleculares no covalentes. Interacciones covalentes. Funcionalización de nanomateriales inorgánicos, orgánicos e híbridos. Moléculas funcionales para la bionanotecnología.

Tema 3. Nanomáquinas y robots moleculares

Construcción de nanoensamblajes complejos mediante ligandos polifuncionales. Lógica supramolecular: sensores, actuadores, interruptores, memorias y cables supramoleculares. Ejemplos y aplicaciones.

BLOQUE 2. BIOIMAGEN, BIOSENSORES Y MONITORIZACIÓN CELULAR

Tema 4. Bioimagen

Nanomateriales para bioimagen por fluorescencia; termoimagen infrarroja; resonancia magnética; tomografía computerizada; ultrasonidos; imagen multimodal. Aplicaciones en el diagnóstico médico.

Tema 5. Biosensores

Características estructurales y composición química de nanobiosensores. Plataformas diagnósticas. Dispositivos vestibles, ingeribles e implantables. Diagnóstica point-of-care. Biosensores en medicina.

Tema 6. Internalización celular, procesos de liberación y biodistribución de nanomateriales

Monitorización de la internalización mediante análisis elemental en células individuales (single-cell ICP-MS), citometría de masas y técnicas microscópicas. Métodos cuantitativos basados en espectroscopía óptica y espectrometría de masas para estudios de liberación. Biodistribución de fármacos en células y tejidos mediante análisis elemental por ablación láser e imagen MALDI.

BLOQUE 3. NANOTERAPIAS: SISTEMAS DE TRANSPORTE Y LIBERACIÓN DE FÁRMACOS

Tema 7. Introducción a las nanoterapias

Descripción, utilidad y requerimientos de las terapias con nanopartículas como transportadores del principio farmacológico activo y/o actuador terapéutico. Modelo LADME de acción farmacocinética.

Tema 8. Tipos de nanoterapias

Quimioterapia; radioterapia; hipertermia; terapia fotodinámica; terapia génica; interferencia inmune; vacunas; otras nanoterapias. Teranóstica.

Tema 9. Etapas y procesos involucrados en las nanoterapias

Encapsulación y tipos de transportadores. Dianas biológicas y estrategias de liberación controlada del fármaco.

BLOQUE 4. EVALUACIÓN FUNCIONAL**Tema 10. Evaluación de la biocompatibilidad**

Modelos in vitro e in vivo. Técnicas de análisis: citometría, microscopia, ómicas, ELISA, histología. Endocitosis y exocitosis. Citotoxicidad. Genotoxicidad. Estrés oxidativo. Hemocompatibilidad. Respuesta inmune.

Tema 11. Interacción con el medio biológico

Vías de administración de los nanofármacos. Mecanismos de absorción, distribución, metabolismo y excreción in vivo. Influencia de las propiedades de las nanopartículas en su transporte y sus efectos.

Tema 12. Mecanismos de acción farmacológica

Aplicaciones de los nanofármacos. Evaluación de respuestas específicas: acción antitumoral, antibacteriana, antiviral, antiosteoporótica, inmunomoduladora, angiogénica, transfección génica.

Seminarios y conferencias

Seminario 1: Nanomedicina Traslacional.

Seminario 2: Retos y Perspectivas.

Seminario 3: Oportunidades.

Seminario 4: Stakeholders.

5. RESULTADOS DE APRENDIZAJE**Conocimientos y contenidos**

RA1	Valorar y comprender el impacto de diferentes características en la eficacia y aplicabilidad de materiales en diversos ámbitos científicos, tecnológicos e industriales, en base a sus propiedades químico-físicas.
RA2	Conocer las ventajas y desventajas de diferentes materiales utilizados en distintos ámbitos científicos, tecnológicos y/o industriales.

Destrezas y habilidades

RA13	Clasificar materiales como funcionales o estructurales según sus propiedades y características distintivas.
RA14	Analizar la idoneidad de rutas de síntesis, funcionalización y modificación química de materiales, evaluando sus propiedades estructurales y funcionales.
RA15	Discutir y diseñar metodologías para la recuperación, reciclado y reutilización de materiales.

Competencias

RA23	Diseñar soluciones innovadoras que optimicen la funcionalidad, eficiencia y sostenibilidad de los materiales en diversas aplicaciones.
RA24	Analizar conceptos avanzados de química relacionados con la síntesis, caracterización y aplicación de materiales.
RA25	Evaluar y gestionar eficazmente bibliografía, información científica, bases de datos y software tanto en castellano como en inglés.
RA26	Aplicar principios de sostenibilidad en la selección y uso de materiales, considerando su impacto ambiental, eficiencia de recursos y normativas vigentes.

6. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo	Créditos (ECTS)
Clases teóricas	31	44	3
Seminarios	4	4	0,32
Trabajos tutorizados	5	23	1,12
Preparación de exámenes	4	10	0,56
Total	44	81	5

7. METODOLOGÍA

La práctica docente se desarrollará a través de clases teóricas (3.00 ECTS) y seminarios (0.32 ECTS), donde se explicarán los contenidos de la asignatura. Las clases de teoría estarán dirigidas a explicar al alumno conceptos generales en los que deberá profundizar con ayuda de la bibliografía propuesta. Las clases de seminarios consistirán en conferencias y otros complementos formativos, que permitirán ampliar los conocimientos y la adquisición de competencias. El estudiante realizará trabajos y/o proyectos que serán tutorizados por el profesorado en sesiones presenciales a lo largo del curso (1.12 ECTS). El examen oral y/o escrito se llevará a cabo al final del curso (0.56 ECTS).

8. BIBLIOGRAFÍA

Además del material que por parte del profesor se pondrá a disposición del alumno, se recomiendan los siguientes libros:

- *“The Handbook of Nanomedicine”*. K.K. Jain, Humana Press (2008).
- *“Medical Nanotechnology and Nanomedicine”*, H.F. Tibbals, CRC Press (2017)
- *“Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine”* B. Ratner, A.S. Hoffman, F. Schoen and J.E. Lemons, 3rd Ed. Academic Press (2012).
- *“Nonviral Vectors for Gene Therapy: Methods and Protocols”* (Methods in Molecular Medicine, 65), M. A. Findeis (Ed.), Humana Press (2001).
- *“Clinical Trials. Study design, endpoints and biomarkers, drug safety and FDA and ICH guidelines”*, T. Brody, 2nd ed. Academic Press (2016).
- *“Gene and Cell Therapy. Therapeutic and Strategies”*, N.S. Templeton, 2nd Ed. CRC Press (2000)

9. EVALUACIÓN

El rendimiento académico del estudiante se computará atendiendo a la calificación del examen final, el trabajo personal y la participación activa en las actividades programadas para adquirir la formación básica en distintos ámbitos de la materia, de acuerdo a los siguientes porcentajes:

❖ **EXAMEN FINAL:** **60%**

Se realizarán pruebas orales y/o escritas, correspondientes a los contenidos y a las actividades de la asignatura.

**❖ TRABAJO PERSONAL: 30%**

Se evaluará el trabajo personal en la resolución de las cuestiones, los ejercicios y/o problemas propuestos por el profesorado.

❖ PARTICIPACIÓN ACTIVA: 10%

Se evaluará la participación del estudiante en las sesiones presenciales y/o tutorizadas, así como el aprovechamiento de las actividades programadas.

Las calificaciones de cada apartado estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003. La calificación final resultará de la media ponderada de las actividades evaluables. No obstante, para superar la asignatura será necesario alcanzar una nota mínima de 4.5 sobre 10 en el examen final. En caso de no cumplirse este requisito, la calificación final será la media ponderada obtenida, con un máximo de 4,5 sobre 10. Además, para poder acceder a la evaluación final en la convocatoria ordinaria será necesario que el estudiante haya participado al menos en el 70 % del total de las actividades presenciales.