Guía docente de la asignatura

Diseño y Caracterización de Nanomateriales (M44/56/3/14)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 02/07/2025

Máster	Máster Universitario en Física: Radiaciones, Nanotecnología, Partículas y Astrofísica
MÓDULO	Nanotecnología: Física y Aplicaciones
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Segundo	**Créditos**	6	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Ningún prerrequisito aparte de los necesarios para el acceso al Máster. Los conocimientos del grado en Física (también los de un grado en Química) serán suficientes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

- Generalidades sobre los métodos de obtención de nanopartículas. Síntesis.
- El papel de la superficie.
- Propiedades eléctricas, magnéticas y termodinámicas superficiales.
- Técnicas de caracterización .
- Determinación de propiedades magnéticas.
- Electromecánica de partículas dieléctricas y magnetomecánica de partículas magnéticas.
- Aplicaciones tecnológicas.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532
06/05/2026 - 11:02
Pág. 1 de 10

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - 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.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos 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.
- CB9 - 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.
- CB10 - 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.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532
06/05/2026 - 11:02
Pág. 2 de 10

la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - 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.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos 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.
- CB9 - 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.
- CB10 - 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.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG03 - Capacidad de trabajo en equipo. El estudiante deberá integrar su trabajo en el interés de un proyecto común.
- CG04 - Capacidad de expresar y defender en público los resultados y conclusiones obtenidos como resultado del proceso de aprendizaje. Deberá desarrollar y dominar las técnicas de comunicación oral ante cualquier auditorio. Aprender a utilizar sus potencialidades personales para presentar resultados públicamente. Adquisición del convencimiento de que su conocimiento del trabajo realizado le convierte de inmediato en foco de interés y atención.
- CG05 - Capacidad de generación de propuestas innovadoras y competitivas en la investigación y en la actividad profesional.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad de interpretar datos procedentes de la observación experimental o la simulación numérica.
- CE02 - Capacidad de considerar rigurosamente las limitaciones e incertidumbres en los resultados y de los métodos que pueden aplicarse para minimizarlas.
- CE03 - Capacidad de profundizar en los distintos campos de la Física y de identificar los aspectos que se encuentran en los límites del conocimiento.
- CE04 - Capacidad de formular hipótesis, idear experimentos, manejar métodos de cálculo y simulación numérica y desarrollar modelos.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532
06/05/2026 - 11:02
Pág. 3 de 10

- CT01 - Capacidad de razonamiento crítico: el estudiante debe ser capaz de distinguir aquellos aspectos de su trabajo o del de otros que suponen innovación y avance.
- CT02 - Compromiso ético. Tanto en su etapa de alumno como posteriormente en su trabajo profesional, el estudiante debe ser consciente de la absoluta necesidad de realizar sus tareas con absoluto respeto a la honradez, la verdad y el servicio a la sociedad.
- CT03 - Capacidad de automotivación. Forma parte de la madurez que debe alcanzarse en el proceso formativo a estos niveles: las dificultades han de enfrentarse con decisión y confianza.
- CT04 - Capacidad de reconocimiento de la diversidad y multiculturalidad. Forma parte de la actitud vital que se supone al graduado: su conciencia social ha de guiar aquellos aspectos de su profesión que involucren a otros miembros de la comunidad.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Tras cursar esta materia los estudiantes sabrán/ comprenderán:

- Los tipos de sistemas (partículas, hilos, tubos, superficies) que pueden presentar dimensiones nanométricas

- Las técnicas de síntesis de nanopartículas, nanohilos, nanotubos y superficies

- Las aplicaciones tecnológicas de estos sistemas: el balance entre la dificultad de su síntesis y la calidad de las

prestaciones que pueden ofrecer

- Las interacciones (eléctricas, magnéticas, etc.) existentes entre nanopartículas y la forma de calcularlas

- La dinámica y mecánica de sistemas de nanopartículas en dispersión

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

I. INTRODUCCIÓN

Introducción

Historia y retos actuales

Contenidos y bibliografía básica

II. SÍNTESIS Y PREPARACIÓN

Introducción

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532
06/05/2026 - 11:02
Pág. 4 de 10

Mecanismos de formación de nanopartículas

a. Nucleación homogénea

b. Heteronucleación

c. Formación y crecimiento de núcleos

d. Formación de partículas secundarias por agregación

e. Ostwald ripening (maduración de ostwald)

f. Métodos hidrotermales

III. NANOPARTÍCULAS: EJEMPLOS

Óxidos metálicos

a. Generalidades

b. Óxidos de Al, Cr, Zr

c. Óxidos de Hierro

d. Hidrólisis de alcóxidos metálicos

e. Transformaciones de fase en estado sólido

f. Reacciones confinadas

Partículas metálicas

a. Síntesis en disolución homogénea

b. Geometría no esférica

Quantum dots

Partículas poliméricas

IV. OTRAS ESTRUCTURAS NANOMÉTRICAS

Nanohilos

Nanotubos

Películas delgadas

Sistemas compuestos. Nanoestructuras

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532
06/05/2026 - 11:02
Pág. 5 de 10

V. IMPLICACIONES TOXICOLÓGICAS Y MEDIOAMBIENTALES

Riesgos del empleo de nanopartículas

Fuentes naturales y antropogénicas de nanopartículas en el medio ambiente

VI. EL PAPEL DE LA SUPERFICIE

Introducción. Importancia de la superficie en los nanomateriales

Origen de la energía superficial

Mecanismos de reducción de la energía superficial

Carga eléctrica superficial: la doble capa eléctrica

Determinación de la carga: electrocinética

Interacciones entre partículas en suspensión

Energía potencial total de interacción. Teoría DLVO

Interacciones no-DLVO

a. Aspectos termodinámicos: mojabilidad

b. Fuerzas debidas a polímeros en el medio de dispersión

VII. MÉTODOS EXPERIMENTALES

Movilidad electroforética dc y ac

Conductividad y constante dieléctrica

Determinación de la superficie específica y porosidad

VIII. SISTEMAS MAGNÉTICOS

Interés de los sistemas magnéticos. Aplicaciones.

Métodos de síntesis de nanopartículas magnéticas

a. Transformación de fase en medio líquido

b. Método de coprecipitación. Ferrofluidos

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532
06/05/2026 - 11:02
Pág. 6 de 10

c. Molienda

d. Reacción en microemulsiones

e. Reacción en fase gaseosa

f. Reducción en polialcoles

g. Electrodeposición guiada mediante plantillas

h. Descomposición de compuestos organometálicos

i. Reducción mediante calcinación a elevadas temperaturas

Magnetomecánica de partículas. Teoría multipolar

a. Fundamentos. Multipolos lineales. Momentos efectivos

b. Magnetoforesis

c. Teoría de cadenas de partículas

d.Fuerzas de interacción entre partículas

Magnetometría

PRÁCTICO

Práctica 1. Síntesis de nanopartículas. Óxidos metálicos, quantum dots.

Práctica 2. Caracterización superficial.

Práctica 3. Propiedades magnéticas.

Práctica 4. Síntesis de un ferrofluido.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

1. Hosokawa M. Nanoparticle technology handbook. Elsevier, Amsterdam, 2007.
2. Sugimoto T. Fine Particles: Synthesis, Characterization, and Mechanisms of Growth. Surfactant Science Series, Vol. 92. Marcel Dekker, New York, 2000.
3. Albella JM, Cintas AM, Miranda T, Serratosa JM. Introducción a la Ciencia de Materiales, CSIC, Madrid, 1993.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532 Pág. 7 de 10

4. Handy RD, Shaw, BJ. Toxic effects of nanoparticles and nanomaterials: Implications for public health, risk assessment and the public perception of nanotechnology. Health, Risk & Society 9(2007)125.
5. Gouw TH, Guide to Modern Methods of Instrumental Analysis, Wiley, NY, 1972.
6. Brittain H.G., Physical Characterization of Pharmaceutical Solids, Marcel Dekker, New York, 1995.
7. Jiles D, Introduction to Magnetism and Magnetic Materials, Chapman & Hall/CRC, New York, 1998.
8. Prasad PV. Magnetic Resonance Imaging [Recurso electrónico]: Methods and Biologic Applications. Humana Press, Totowa, 2006.
9. Jones TB. Electromechanics of particles. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Rahman M, Laurent S, Tawil N, Yahia L, Mahmoudi M. Protein-Nanoparticle Interactions: The Bio-Nano Interface. Springer, Berlín, 2013.
2. Lamber JP, Mazzola EP. Nuclear magnetic resonance spectroscopy : an introduction to principles, applications, and experimental methods. Pearson Education, Upper Saddle River, 2004.

ENLACES RECOMENDADOS

- Journals: Nature Nanotechnology: www.nature.com/nnano/; ACS Nano:https://pubs.acs.org/journal/ancac3; http://www.mdpi.com/journal/nanomaterials; Nano Letters: https://pubs.acs.org/journal/nalefd
- London Centre for Nanotechnology: https://www.london-nano.com/
- Nanomaterials news: http://phys.org/nanotech-news/nano-materials/
- US National Nanotechnology Initiative: http://www.nano.gov/
- Red NanoSpain: https://nanospain.org/nanospain.php?p=h
- Nano in Germany: https://www.nanoingermany.de/en

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral (Clases teóricas-expositivas). Para transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
- MD02 Actividades prácticas (Clases prácticas). Para desarrollar en el alumnado las habilidades instrumentales de la materia.
- MD03 Seminarios. Para desarrollar en el alumnado las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
- MD04 Tutorías académicas: Para orientar al trabajo autónomo y grupal del alumnado, profundizar en distintos aspectos de la materia y orientar la formación académica integral del estudiante.
- MD05 Estudio y trabajo autónomo del alumnado. Para favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- MD06 Estudio y trabajo en grupo. Para favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532 Pág. 8 de 10

temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final.

La **EVALUACIÓN CONTINUA** se realizará mediante controles informales de seguimiento en clase y/o exámenes parciales y/o final de conocimientos, con cuestiones teórico-prácticas y problemas. La resolución regular de problemas y actividades propuestas por el/la profesor/a, y la participación, preparación y exposición de trabajos también será convenientemente valorada. Por último, también se valorará el trabajo de laboratorio.

En **EVALUACIÓN CONTINUA (Convocatoria ORDINARIA)** la calificación final responderá al siguiente baremo:

1. Realización de exámenes finales o parciales escritos y/o evaluación de los resultados de las actividades propuestas por el/la profesora. Puntuación: 5 puntos

2. Trabajo de laboratorio: resultados obtenidos, dedicación y aprovechamiento, capacidad de trabajo en equipo. Puntuación: 2.5 puntos

3. Evaluación de trabajos propuestos y seminarios realizados por los/as estudiantes. Puntuación 2.5 puntos.

La CALIFICACIÓN FINAL será la suma de las obtenidas en las actividades 1, 2 y 3. La asignatura se considera superada si dicha suma es igual o superior a 5 puntos.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532
06/05/2026 - 11:02
Pág. 9 de 10

La calificación final responderá al siguiente baremo:

1. Examen teórico-práctico escrito. Puntuación: 7 puntos

2. Realización individual de una práctica en el laboratorio: 1.5 puntos

3. Informe escrito sobre la práctica realizada. 1.5 puntos.

La CALIFICACIÓN FINAL será la suma de las obtenidas en las actividades 1, 2 y 3. La asignatura se considera superada si dicha suma es igual o superior a 5 puntos.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en:

1. Examen teórico-práctico escrito. Puntuación: 7 puntos

2. Realización individual de una práctica en el laboratorio: 1.5 puntos

3. Informe escrito sobre la práctica realizada. 1.5 puntos.

La CALIFICACIÓN FINAL será la suma de las obtenidas en las actividades 1, 2 y 3. La asignatura se considera superada si dicha suma es igual o superior a 5 puntos.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 11:02
Código seguro de verificación (CSV): 5956E9BC45749D10EAC925AC13C7B532 Pág. 10 de 10