# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Simulaciones micromagnéticas de heteroestructuras ferromagnético/antiferromagnético |
| **Title:** | Micromagnetic simulations of ferromagnetic/antiferromagnetic heterostructures |
| **Tutor/es:** | Oscar Rodríguez de la Fuente |
| **E-mail tutor/es:** | oscar.rodriguez@fis.ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

En el contexto de la espintrónica de materiales antiferromagnéticos (AFMs), el estudio del acoplo entre sistemas ferromagnéticos (FMs) y antiferromagnéticos sigue siendo primordial. Muchos de los fenómenos asociados a estos sistemas FM/AFM siguen siendo desconocidos y queda camino por explorar. Se sabe, por ejemplo, de la interacción mutua que hay entre los momentos FM y AFM en cuanto a su orientación y distribución espacial [1]. Pero se desconoce hasta qué punto se pueden usar las condiciones de la interfase FM/AFM y los estímulos externos para favorecer la aparición de texturas emergentes con configuraciones quirales o estructuras topológicamente no-triviales. Basándonos en trabajos experimentales propios [2-5], proponemos en este TFG el estudio computacional de sistemas FM/AFM para i) obtener información relevante que nos ayude a comprender lo que observamos y para ii) proponer nuevas configuraciones experimentales.

**Metodología:**

Tras una necesaria revisión bibliográfica, se realizarán simulaciones computacionales atomísticas, donde cada momento representa un momento magnético individual. Estudiaremos el papel de los defectos en ambas fases (FM y AFM) así como su distribución espacial, teniendo cuenta las configuraciones observadas experimentalmente. El código utilizado inicialmente será Maple, aunque se podrá considerar el uso de C++ o Python. Se establecerán comparaciones, dentro de lo posible, con modelos de campos clásicos.

**Bibliografía:**

[1] F.P. Chmiel et al., Nat. Mat. 17, 581 (2018).
[2] S. Ruiz-Gomez et al., Appl. Phys. Lett. 110, 093103 (2017).
[3] M. Prieto et al., Ultramicroscopy 255, 113855 (2024).
[4] T. Wang et al., J. Magn. Mag. Mat. 597, 172024 (2024).
[5] E. Sebastiani et al., J. Magn. Mag. Mat. 630, 173469 (2025).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Oxidos bidimensionales: retos y perspectivas de aplicaciones |
| **Title:** | Oxide-based 2D materials: challenges and roadmap for applications |
| **Tutor/es:** | Pedro Hidalgo, Ana Cremades |
| **E-mail tutor/es:** | phidalgo@ucm.es, anaiscre@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 2 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

- Realizar una revisión bibliográfica de la investigación actual centrada en los óxidos metálicos bidimensionales.
- Estudiar los retos actuales y perspectivas de futuro de estos materiales, así como las aplicaciones basadas en ellos.
- Estudio experimental basado en la síntesis y/o caracterización de algun óxidos metálico bidimensional. En la caracterización se emplearán técnicas de microscopía electrónica y diversas espectroscopías tales como catodoluminiscencia, fotoluminiscencia y espectroscopía Raman, entre otras.

Cada una de las plazas estudiarán óxidos distintos bidimensionales experimentalmente.

**Metodología:**

- Aprendizaje de herramientas de búsqueda bibliográfica.
- Organización y análisis de la información recogida y revisión bibliográfica.
- Introducción al método científico.
- Formación en técnicas de síntesis de nanomateriales y en técnicas de caracterización.
- Discusión y análisis de resultados.

**Bibliografía:**

[1] M. Shrivastava y V. Ramgopal Rao. "A Roadmap for Disruptive Applications and Heteroge-neous Integration Using Two-Dimensional Materials: State-of-the-Art and Technological Chal-lenges", Nano Lett. 21, 6359 (2021).

[2] P. Kumbhakar, C. C. Gowda, P.L. Mahapatra et al. "Emerging 2D metal oxides and their applications". Materials Today, 45, 142-168 (2021)

[3] S. Kaushik y R. Singh. "2D Layered Materials for Ultraviolet Photodetection: A Review", Adv. Optical Mater. 9, 2002214 (2021).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Materiales luminiscentes de conversión ascendente para el diseño de biosensores |
| **Title:** | Upconversion luminescent materials for biosensing platforms |
| **Tutor/es:** | Elena Díaz García |
| **E-mail tutor/es:** | elenadg@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Comprender los procesos físicos implicados en la emisión fluorescente de ciertos materiales por conversión ascendente (upconversion) y cómo estos dependen de las características morfológicas y estructurales de esos materiales. Por último se realizará un estudio del estado del arte del uso de estos materiales en el diseño de sensores.

**Metodología:**

Se realizará un análisis, tanto en libros de referencia en fenómenos ópticos de luminiscencia y fluorescencia, como en artículos científicos, sobre las evidencias experimentales y los fundamentos físicos del fenómeno de conversión ascendente. Se obtendrá información en artículos científicos sobre las ventajas y desventajas de diferentes tipos de materiales para optimizar la eficiencia de los procesos de conversión ascendente y de su aplicación en el diseño de biosensores. A la vista del avance del trabajo se podrá plantear una pequeña simulación basada en ecuaciones de balance para poder entender los procesos de excitación y relajación entre los diferentes estados accesibles en el material que dan lugar a la fluorescencia de conversión ascendente.

**Bibliografía:**

1. F. Auzel, "Upconversion and Anti-Stokes Processes with f and d Ions in Solids" Chemical Reviews 104, 139–174 (2004).
2. S. Heer, K. Kömpe, H. U. Güdel, and M. Haase, "Highly efficient multicolour upconversion emission in transparent colloids of lanthanide-doped NaYF4 nanocrystals," Advanced Materials, 16, 2102–2105 (2004).
3. D. R. Gamelin and H. U. Güdel, "Design of Luminescent Inorganic Materials: New Photophysical Processes Studied by Optical Spectroscopy", Acc. Chem. Res., 33, 235–242 (2000).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Estudio de materiales híbridos semiconductor-superconductor para nuevos qubits |
| **Title:** | Study of hybrid semiconductor-superconductor materials for novel qubits |
| **Tutor/es:** | María Varela del Arco |
| **E-mail tutor/es:** | mvarela@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El objetivo principal de este trabajo es explorar el estado del arte en que se encuentra el estudio tanto de las propiedades físicas como del comportamiento de sistemas compljos, tales como materiales híbridos semiconductor-superconductor, para evaluar su viabilidad en el desarrollo de qubits de próxima generación. El trabajo será de naturaleza eminentemente teórica.

**Metodología:**

El carácter del trabajo podrá incluir tanto revisión de literatura como desarrollo de facetas teóricas del tema. Los aspectos específicos se discutirán y decidirán entre supervisor y estudiante

**Bibliografía:**


- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information.
- Lutchyn, R. M., et al. (2018). "Majorana zero modes in superconductor − semiconductor heterostructures." Nature Reviews Materials.
- Aguado, R. (2017). "Majorana quasiparticles in condensed matter." Rivista del Nuovo Cimento.
- Antipov, S. O., et al. (2018). "Novel qubits in hybrid semiconductor-superconductor nanostructures." Physical Review Applied.
- Otra bibliografía específica se determinará en función de los contenidos a los que se enfoque el trabajo.

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Nanomagnetismo en sistemas con curvatura |
| **Title:** | Nanomagnetism in curved systems |
| **Tutor/es:** | Lucas Pérez García |
| **E-mail tutor/es:** | lucas.perez@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 2 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Las estructuras topológicas desempeñan un papel esencial en la dinámica de los sistemas magnéticos nanométricos. Estas estructuras que, en sistemas convencionales, requieren de la aparición de interacciones que produzcan una ruptura de simetría (Rashba, DMI…) se pueden estabilizar en películas delgadas magnéticas geométricamente curvadas, lo que ha abierto las puertas de un nuevo campo de investigación conocido con nanomagnetismo tridimensional, centrado en el estudio de los sistemas curvos. Este trabajo se centra en un tipo particular de nanosistemas: las nanocintas con curvatura. Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

.- Entender los principales términos de energía en el estudio del nanomagnetismo.
.- Entender el efecto de la curvatura en los sistemas magnéticos nanométricos.
.- Descubrir las principales herramientas, teóricas y/o experimentales, utilizadas para el estudio de los sistemas con curvatura.
.- Aprender a realizar simulaciones micromagnéticas sencillas.
.- Aprender a analizar imágenes experimentales y correlacionarlas con las simulaciones micromagnéticas.

**Metodología:**

El trabajo se iniciará con una lectura guiada de textos básicos de nanomagnetismo, junto con una breve revisión bibliográfica del estado de la investigación en el campo. Posteriormente, dependiendo de la orientación que él o la estudiante quiera dar al trabajo, se podrán realizar:
.- Simulaciones micromagnéticas de estados quirales en nanocintas con curvatura, precedidas de una introducción a la realización de simulaciones con el código mumax3.
.- Análisis de imágenes experimentales de estados quirales, precedido de una introducción al análisis de imágenes de microscopía magnética.

**Bibliografía:**

.- O. Fruchart. Lecture notes on Nanomagnetism. Disponible en https://fruchart.eu/olivier/publications/index.html
.- A. Fernández-Pacheco et al. Three-dimensional nanomagnetism. Nat Commun 8 (2017)15756 (2017).
.- D. D. Sheka. A perspective on curvilinear magnetism. Appl. Phys. Lett. 118, 230502 (2021)
.- Gianluca Gubbiotti et al. 2025 Roadmap on 3D Nanomagnetism. J. Phys.: Condens. Matter 37 143502

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Dinámica de imanación en nanohilos |
| **Title:** | Magnetization dynamics in nanowires |
| **Tutor/es:** | Lucas Pérez García |
| **E-mail tutor/es:** | lucas.perez@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Los nanohilos ferromagnéticos son el ejemplo más sencillo de nanosistema magnético con curvatura pero, a pesar de su sencillez, conserva todos los elementos interesantes de este campo de la física y, en particular, es un modelo perfecto para el estudio de la dinámica de texturas magnéticas topológicas. Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

.- Entender los principales términos de energía en el estudio del nanomagnetismo.
.- Comprender cómo se particulariza el nanomagnetismo en sistemas con geometría cilíndrica.
.- Descubrir la riqueza de este tipo de sistemas a partir de una revisión bibliográfica de trabajos recientes sobre el tema.

**Metodología:**

La metodología a seguir para la realización del TFG será la siguiente:
.- extender los conocimientos de magnetismo estudiados en Física del Estado Sólido al análisis de nanosistemas
.- particularizar los conocimientos anteriores al estudio de sistemas cilíndricos.
.- realizar una revisión bibliográfica de los resultados más recientes en dinámica de imanación en nanohilos

**Bibliografía:**

.- O. Fruchart. Lecture notes on Nanomagnetism. Disponible en https://fruchart.eu/olivier/publications/index.html
.- A. Fernández-Pacheco et al. Three-dimensional nanomagnetism. Nat Commun 8 (2017)15756 (2017)
.- Laura Álvaro-Gómez, Lucas Pérez, Sandra Ruiz-Gómez, Spin texture and magnetization dynamics in cylindrical nanowires with local compositional modulations: An experimental approach. In Magnetic Nano- and Microwires (Third Edition)

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Problema de dos partículas en sistemas dirigidos con interacciones exóticas |
| **Title:** | Two-particle problem in driven systems with exotic interactions |
| **Tutor/es:** | Charles Creffield, Fernando Sols |
| **E-mail tutor/es:** | c.creffield@fis.ucm.es, f.sols@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 2 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

En primer lugar, familiarizaremos al alumno/a con los conceptos básicos de condensación de Bose-Einstein y de átomos fríos en una red óptica. A continuación, consideraremos el caso en el que el Hamiltoniano es "dirigido", es decir, en el que un parámetro del sistema es modulado periódicamente en el tiempo a alta frecuencia. En esta situación, a escalas de tiempo largas el sistema puede ser descrito por un modelo efectivo estático. El alumno/a estudiará el problema de dos partículas con la exótica interacción que resulta del modelo efectivo. Aprenderá conceptos y técnicas de teoría cuántica de muchos cuerpos para la resolución analítica o numérica del problema de dos partículas con interacciones. La primera plaza analizará el problema de dos bosones, mientras que la segunda se concentrará en el caso de dos fermiones.

**Metodología:**

Se realizarán cálculos analíticos para entender cómo es la dinámica efectiva de átomos sometidos a variaciones periódicas en un parámetro del Hamiltoniano, utilizando el análisis de Floquet. En el trabajo numérico se diagonalizará el Hamiltoniano efectivo para un sistema de dos partículas y se analizarán el estado fundamental y los primeros estados excitados.

**Bibliografía:**

A J Leggett, Quantum Liquids (Oxford University Press, Oxford, 2006).

G Pieplow, C E Creffield, F Sols, Protected cat states from kinetic driving of a boson gas, Phys. Rev. Research 1, 033013 (2019).

J Mateos, C E Creffield, F Sols, Superfluidity from correlations in driven boson systems, New J. Phys. 25, 063006 (2023).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Interacciones electrónicas e ingeniería Floquet en grafeno |
| **Title:** | Electronic interactions and Floquet engineering in graphene |
| **Tutor/es:** | Fernando Sols |
| **E-mail tutor/es:** | f.sols@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Se trata de familiarizar al alumno/a con los conceptos básicos de la física de electrones en grafeno, principal materia bidimensional, como ejemplo representativo del problema de muchos cuerpos en sistemas fermiónicos. Se analizará la interacción de electrones en grafeno en presencia de un sustrato piezoeléctrico. También se estudiará el comportamiento de dicho sistema sometido a irradiación externa utilizando, para el análisis teórico, conceptos y técnicas de la ingeniería de Floquet, prestando especial atención a la población de cuasipartículas.

**Metodología:**

Se utilizarán técnicas de la teoría cuántica de muchos cuerpos aplicadas a sistemas fermiónicos en dos dimensiones. Para el caso de electrones en grafeno sobre un sustrato, se utilizará la teoría del apantallamiento dinámico, incluyendo el efecto de la interacción mediada por lo phonones del sustrato piezoeléctrico. Para el comportamiento bajo irradiación, se utilizarán técnicas y conceptos de la física de Floquet. El trabajo incluirá desarrollos analíticos que serán la base de algunos cálculos numéricos.

**Bibliografía:**

M I Katsnelson, Graphene, carbon in two dimensions (Cambridge University Press, Cambridge, 2012).

T. Oka, H. Aoki, Photovoltaic Hall effect in graphene, Phys. Rev. B 79, 081406(R) (2009).

D. G. González, I. Zapata, J. Schiefele, F. Sols, F. Guinea, Many-body effects in doped graphene on a piezoelectric substrate, Phys. Rev. B 96, 125119 (2017).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Cristales temporales continuos en estados espontáneos de Floquet |
| **Title:** | Continuous time crystals in spontaneous Floquet states |
| **Tutor/es:** | Fernando Sols |
| **E-mail tutor/es:** | f.sols@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Familiarizarse con el concepto de hamiltoniano de Floquet, cristal temporal y estado espontáneo de Floquet. Se analizará la viabilidad de estados espontáneos de Floquet en sistemas canónicos de muchos cuerpos, prestando especial atención al caso particular de un condensado atómico. Se estudiarán conceptos novedosos como conexión de Berry-Gibbs, Termodinámica de Floquet, ruptura espontánea de simetría de traslación temporal y su correspondiente modo de Floquet-Nambu-Goldstone temporal, cuya amplitud proporciona una realización única de un operador de tiempo en Mecánica Cuántica. Se analizará cómo el concepto de operador tiempo puede inspirar la creación de estados cuánticos exóticos.

**Metodología:**

Tras una introducción a la descripción en segunda cuantización de hamiltonianos de muchos cuerpos, se estudiará el ansatz de Dirac-Frenkel en casos canónicos como Gross-Pitaevskii o Hartree-Fock. Utilizando el conocimiento existente de hamiltonianos de Floquet, se analizará la posible emergencia de estados espontáneos de Floquet en dichos casos. Invocando conceptos de Mecánica Cuántica, Teoría de Grupos, Geometría Diferencial, Física Estadística y Teoría Cuántica de Campos se estudiará en detalle el ejemplo de un condensado atómico, concentrándose finalmente en el denominado estado CES. Se espera que el trabajo sea esencialmente analítico.

**Bibliografía:**

[1] J. R. Muñoz de Nova, F. Sols, Continuous-time crystal from a spontaneous many-body Floquet state. Phys. Rev. A 105, 043302 (2022).
[2] P. Kongkhambut et al., Observation of a continuous time crystal. Science 377, 670 (2022).
[3] J. R. Muñoz de Nova, F. Sols, Simultaneous symmetry breaking in spontaneous Floquet states: Floquet-Nambu-Goldstone modes, Floquet thermodynamics, and the time operator, Quantum 9, 1850 (2025).
[4] J. R. Muñoz de Nova, F. Sols, Time Crystal from Self-Amplification of Spontaneous Analog Hawking Radiation, Phys. Rev. Lett., in press (arXiv:2507.10862).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Fabricación de nanomateriales magnéticamente duros |
| **Title:** | Synthesis of hard nanomagnets |
| **Tutor/es:** | Patricia de la Presa, Lucas Pérez García |
| **E-mail tutor/es:** | pmpresa@ucm.es, lucas.perez@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

La transición energética requiere del desarrollo de materiales magneticamente duros sin tierras raras en su composición. Recientemente se ha comprobado que, aprovechando la interacción magnetostática, es posible fabricar compuestos basados en nanohilos con propiedades muy interesantes. Los objetivos del trabajo son los siguientes:
.- Entender la física de los materiales magnéticos y, en particular, el rol que la anisotropía juega en las propiedades magnéticas.
.- Descubrir las principales herramientas experimentales, utilizadas para la fabricación y estudio de nanosistemas magnéticos.
.- Fabricar nanohilos ferromagnéticos y estudiar su morfología y microestructura.
.- Estudiar las propiedades magnéticas de los nanohilos y aprender a correlacionar las mismas con el tamaño y la estructura.

El trabajo servirá para que él o la estudiante adquiera experiencia experimental en el campo del nanomagnetismo. El trabajo se puede orientar hacia una formación básica o aplicada, dependiendo del interés de la persona que realice el trabajo.

**Metodología:**

El trabajo será fundamentalmente experimental, combinado con el aprendizaje de los conceptos básicos y herramientas necesarios para el desarrollo del mismo.
El crecimiento de los materiales en el Departamento de Física de Materiales de la UCM, utilizando electrodeposición asistida por plantilla. Las propiedades estructurales se estudiarán mediante microscopía electrónica y difracción de rayos X.
Las propiedades magnéticas se estudiarán en el Instituto de Magnetismo Aplicado de la UCM mediante magnetometría SQUID.

**Bibliografía:**

J. M. D. Coey. Magnetism and Magnetic Materials. Cambridge University Press 2010

S. Ruiz-Gómez, C. Fernández-González y L. Perez, Electrodeposition as a Tool for Nanostructuring Magnetic Materials. Micromachines 13, 1223 (2022)

J. C. Guzmán-Mínguez et al. FeCo Nanowire–Strontium Ferrite Powder Composites for Permanent Magnets with High-Energy Products. ACS Appl. Nano Mater. 3, 9842–9851 (2020).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Curvatura en estructuras híbridas ferromagnético / superconductor |
| **Title:** | Effects of curvature in ferromagnet / superconductor hybrid structures |
| **Tutor/es:** | David Sánchez Manzano, Lucas Pérez García |
| **E-mail tutor/es:** | davidsan@ucm.es, lucas.perez@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

La aparición del magnetismo tridimensional ha llevado, en los últimos años, al control de la dinámica de imanación de texturas magnéticas quirales y, en particular, a la estabilización y control de estados tipo vórtice [1]. Un avance natural, dentro del campo de la Física de la Materia Condensada, es el estudio de la interacción de este tipo de estados con un superconductor que se encuentre en su proximidad [2,3]. Esta idea, a priori interesante, plantea retos desde el punto de vista de la nanofabricación. Este TFG supone una introducción a esta problemática a través de los siguientes objetivos:

1) Comprensión de los fenómenos de proximidad en sistemas ferromagnético / superconductor.
2) Aproximación al crecimiento de nanomateriales por electrodeposición, como técnica una de las técnicas estandar para la fabricación de nanomateriales tridimensionales [4].
3) Fabricación de estructuras híbridas ferromagnético / superconductor y estudio de sus propiedades principales.

**Metodología:**

El trabajo tendrá dos fases diferenciadas:
Fase de estudio: lectura guiada por los supervisores de algunos textos relacionados con nanofabricación con el fin de adquirir los conocimientos básicos necesarios para el TFG.
Fase experimental: estudio del crecimiento de películas delgadas de Ni y permalloy sobre un sustrato superconductor (incluyendo medidas de microscopía y difracción de rayos X). Crecimiento de nanoestructuras magnéticas y estudio de propiedades de magnetotransporte.

**Bibliografía:**

[1] S. Ruiz-Gómez et al. Observation of a topologically protected state in a magnetic domain wall stabilized by a ferromagnetic chemical barrier. Sci Rep 8, 16695 (2018).
[2] J. Linder et al, Superconducting spintronics with magnetic domain walls Phys. Rev. B 90, 104502 (2014)
[3] D. Sanchez-Manzano et al. Extremely long-range, high-temperature Josephson coupling across a half-metallic ferromagnet. Nature Materials 21, 188–194 (2022).
[4] S. Ruiz-Gómez, C. Fernández-González L. Perez, Electrodeposition as a Tool for Nanostructuring Magnetic Materials. Micromachines 13, 1223 (2022).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Nano-dispositivos para sistemas de computación |
| **Title:** | Nano-devices for Computing |
| **Tutor/es:** | Miguel Romera, Lucas Pérez |
| **E-mail tutor/es:** | miromera@ucm.es, lucas.perez@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Se elegirá entre dos opciones:

1) Aprender los conceptos básicos de la Computación Neuromórfica (CN), incluyendo las propiedades principales de neuronas y sinapsis artificiales, redes neuronales, etc. Comprender los fenómenos físicos más prometedores para la CN de tecnologías con gran potencial como la electrónica de óxidos o la espintrónica.

2) Aprender los conceptos básicos de la electrónica de espín (espintrónica) y sus aplicaciones en sistemas de computación: transporte dependiente de espín, magnetorresistencia gigante y túnel, efecto de tranferencia de espín.

**Metodología:**

El carácter del trabajo será principalmente bibliográfico, pudiendo incluir otros aspectos como la profundización en las aplicaciones de los efectos y dispositivos estudiados o el desarrollo de facetas experimentales. Los aspectos específicos se decidirán entre los supervisores y el estudiante.

**Bibliografía:**


1- `*Challenges in materials and devices for resistive-switching-based neuromorphic computing' J. del Valle et al.*, J. of Appl. Phys. 124, 211101 (2018); https://doi.org/10.1063/1.5047800

2- *''Magnetoresistance and spin electronics'', A. Barthélémy et al.*, J. of Magn. and Magn. Mat. 242-245, 68-76 (2002). https://doi.org/10.1016/S0304-8853(01)01193-3

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Magnetotransporte en membranas epitaxiales de óxidos complejos |
| **Title:** | Magnetotransport in oxide membranes |
| **Tutor/es:** | Alejandro Martín Merodio, Jacobo Santamaría |
| **E-mail tutor/es:** | alemarta@ucm.es, jacsan@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El trabajo tiene como objetivo principal el estudio de la interacción magnética en películas delgadas autosoportadas de óxidos correlacionados de metales de transición con interacción espín órbita fuerte (SRO) con el objetivo de crear una nueva generación de materiales bidimensionales con correlaciones electrónicas fuertes. Se pretende introducir al alumno en el ámbito de los materiales bidimensionales, y en las técnicas utilizadas de exfoliación y transferencia.

**Metodología:**

El proyecto de carácter experimental se desarrollará principalmente en una sala de ambiente controlado o sala blanca. En ella se crecerán películas delgadas ~10nm de diferentes materiales óxidos mediante ablación láser (PLD). Tras el proceso de crecimiento, dichos materiales serán exfoliados [1] y transferidos [2] a nuevos substratos.
Se realizará una caracterización estructural y/o funcional mediante rayos X y
medidas de transporte, respectivamente, antes y después de la exfoliación. El alumno manejará datos experimentales y trabajará en su análisis y manejará una pequeña bibliografía sobre materiales óxidos, y bidimensionales.

**Bibliografía:**

[1] G. Sanchez Santolino, V. Rouco et al. Nature 626, 529–534 (2024).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Transporte electrónico en membranas superconductoras |
| **Title:** | Magnetotransport in superconducting membranes |
| **Tutor/es:** | David Sánchez Manzano, Jacobo Santamaría |
| **E-mail tutor/es:** | davidsan@ucm.es, jacsan@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El trabajo tiene como objetivo principal el estudio del transporte electrónico en membranas y capas epitaxiales de materiales superconductores con el objetivo de explorar nuevas interacciones de proximidad con electrodos ferromagnéticos. Por otro lado, se pretende introducir al alumno en los materiales bidimensionales, y en las técnicas utilizadas de exfoliación y transferencia. El trabajo, de naturaleza experimental, pretende estudiar nuevos efectos cuánticos en la escala macroscópica.

**Metodología:**

El proyecto de carácter experimental consistirá en el crecimiento epitaxial de películas delgadas ~10nm de diferentes materiales óxidos mediante ablación láser (PLD). Tras el proceso de crecimiento, dichos materiales serán exfoliados, transferidos y ensamblados mecánicamente con ángulos controlados para formar las capas torsionadas. Se realizará una caracterización estructural y/o funcional mediante rayos X y medidas de transporte, respectivamente, antes y después de la exfoliación. El alumno manejará datos experimentales y trabajará en su análisis y manejará una pequeña bibliografía sobre materiales óxidos, y bidimensionales.

**Bibliografía:**

[1] G. Sanchez Santolino, V. Rouco et al. Nature 626, 529–534 (2024).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Magnetotransporte en membranas ferromagnéticas |
| **Title:** | Magnetotransport in ferromagnetic membranes |
| **Tutor/es:** | David Sánchez Manzano, Jacobo Santamaría |
| **E-mail tutor/es:** | davidsan@ucm.es, jacsan@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El trabajo tiene como objetivo principal el estudio de la interacción magnética en películas delgadas autosoportadas de óxidos correlacionados de metales de transición LSMO con el objetivo de crear una nueva generación de materiales bidimensionales con correlaciones electrónicas fuertes. Se pretende introducir al alumno en el ámbito de los materiales bidimensionales, y en las técnicas utilizadas de exfoliación y transferencia.

**Metodología:**

El proyecto de carácter experimental se desarrollará principalmente en una sala de ambiente controlado o sala blanca. En ella se crecerán películas delgadas ~10nm de diferentes materiales óxidos mediante ablación láser (PLD). Tras el proceso de crecimiento, dichos materiales serán exfoliados [1] y transferidos [2] a nuevos substratos.
Se realizará una caracterización estructural y/o funcional mediante rayos X y medidas de transporte, respectivamente, antes y después de la exfoliación. El alumno manejará datos experimentales y trabajará en su análisis y manejará una pequeña bibliografía sobre materiales óxidos, y bidimensionales.

**Bibliografía:**

[1] G. Sanchez Santolino, V. Rouco et al. Nature 626, 529–534 (2024).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Transporte electrónico en membranas twisteadas |
| **Title:** | Electronic transport in twisted oxide membranes |
| **Tutor/es:** | Borja García Ruiz, Jacobo Santamaría |
| **E-mail tutor/es:** | borjag04@ucm.es, jacsan@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El trabajo tiene como objetivo principal el estudio del transporte electrónico en membranas y capas epitaxiales de niquelatos correlacionados con el objetivo de explorar nuevos mecanismos de transporte determinados por la relajación del strain.
Por otro lado, se pretende introducir al alumno en los materiales bidimensionales, y en las técnicas utilizadas de exfoliación y transferencia. El trabajo, de naturaleza experimental, pretende desarrollar nuevos dispositivos neuromórficos.

**Metodología:**

El proyecto de carácter experimental se desarrollará principalmente en una sala deambiente controlado o sala blanca. En ella se crecerán películas delgadas ~10nm dediferentes materiales óxidos mediante ablación láser (PLD). Tras el proceso de crecimiento, dichos materiales serán exfoliados [1] y transferidos [2] a nuevos substratos.
Se realizará una caracterización estructural y/o funcional mediante rayos X y
medidas de transporte, respectivamente, antes y después de la exfoliación. El alumno manejará datos experimentales y trabajará en su análisis y manejará una pequeña bibliografía sobre materiales óxidos, y bidimensionales.

**Bibliografía:**

[1] G. Sanchez Santolino, V. Rouco et al. Nature 626, 529–534 (2024).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Materiales de baja dimensión con patrones de moiré |
| **Title:** | Low-dimensional moiré materials |
| **Tutor/es:** | Leonor Chico Gómez |
| **E-mail tutor/es:** | leochico@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 2 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Estudiar las propiedades electrónicas y/o de transporte de sistemas de baja dimensión que presenten patrones de moiré. Conocer el estado actual del tema en estos materiales novedosos; además del grafeno bicapa rotado [1], hay otros sistemas de baja dimensión, como nanotubos quirales aplastados [2,3], sistemas basados en nanocintas de grafeno [4] o dicalcogenuros de transición bicapa rotados [5], que presentan propiedades novedosas asociadas a la localización que producen los patrones de moiré. Se enfatizará el estudio de las herramientas teóricas necesarias para abordar la investigación en este campo. Las dos plazas ofertadas corresponderían a materiales muy distintos, bien basados en carbono, como los nanotubos colapsados, o en dicalcogenuros de metales de transición.

**Metodología:**

Se realizará un estudio bibliográfico del sistema escogido (nanotubos, nanocintas o dicalcogenuros de metales de transición), con especial interés en las técnicas teóricas relevantes para modelar sus propiedades físicas, principalmente electrónicas y de transporte. Una vez conocida la literatura más significativa sobre el tema, se estudiarán los métodos relevantes para cuantificar estas propiedades.

**Bibliografía:**

[1] Y. Cao, V. Fatemi, S. Fang, K. Watanabe, T. Taniguchi, E. Kaxiras, and P. Jarillo-Herrero, Nature (London) 556, 43 (2018).
[2] O. Arroyo-Gascón, R. Fernández-Perea, E. Suárez-Morell, C. Cabrillo, Leonor Chico, Nano Lett. 20, 7588 (2020).
[3] O. Arroyo-Gascón, R. Fernández-Perea, E. Suárez-Morell, C. Cabrillo, Leonor Chico,Carbon 205, 394 (2023).
[4] Pablo Moles, F. Domínguez-Adame, Leonor Chico, Phys. Rev. B 109, 045415 (2024).
[5] T. Devakul, V. Crépel, Y. Zhang, L. Fu, Nature Communications 12, 6730 (2021).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Sinergias entre la respuesta óptica y piezoeléctrica en materiales funcionales |
| **Title:** | Synergies between the optical and piezoelectric response in functional materials |
| **Tutor/es:** | Belén Sotillo Buzarra |
| **E-mail tutor/es:** | bsotillo@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El objetivo de este trabajo es estudiar las sinergias entre la respuesta óptica y las propiedades piezoeléctricas de materiales funcionales, y analizar cómo ambos efectos pueden actuar de forma combinada en procesos fotoasistidos de remediación ambiental. En particular, se prestará atención al papel de la interacción de la radiación con el material, la generación y separación de carga, y la polarización eléctrica en la mejora de la eficiencia funcional del sistema.

El trabajo permitirá al estudiante profundizar en conceptos de física de materiales, estado sólido y materiales funcionales, prestando especial atención a la relación entre estructura, propiedades físicas y funcionalidad. Como contexto de aplicación, se considerarán de forma explícita procesos de fotocatálisis orientados a purificación de aguas y degradación de contaminantes.

**Metodología:**

Revisión bibliográfica guiada sobre materiales funcionales con respuesta óptica y piezoeléctrica. Estudio de los fundamentos físicos relevantes: absorción de luz, generación y separación de cargas y papel de la polarización eléctrica. Análisis de la posible sinergia entre propiedades ópticas y piezoeléctricas en materiales seleccionados descritos en la literatura. Si el desarrollo del trabajo lo permite, realización de experimentos de crecimiento y caracterización de materiales, así como en ensayos relacionados con degradación de contaminantes.

**Bibliografía:**

**1.** Li, S., et al. (2020). Recent advances of ferro-, piezo-, and pyroelectric nanomaterials for catalytic applications. ACS Applied Nano Materials, 3(2), 1063-1079.
**2.** Jing, L., et al.(2023). Piezo-photocatalysts in the field of energy and environment: Designs, applications, and prospects. Nano Energy, 112, 108508.
**3.** Jia, P., Li, J., & Huang, H. (2024). Piezocatalysts and Piezo-Photocatalysts: From Material Design to Diverse Applications. Advanced Functional Materials, 34, 2407309.

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Desarrollo de una plataforma de sensado multiparamétrica basada en dispositivos de ondas acústicas superficiales y resistivos para monitorización ambiental |
| **Title:** | Development of a multiparametric sensing platform based on surface acoustic wave d and resistive devices for environmental monitoring |
| **Tutor/es:** | Daniel Matatagui |
| **E-mail tutor/es:** | daniel.m.c@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

Estudio del sistema híbrido: Analizar la sinergia entre la detección másica y la detección por transferencia de carga para mejorar la selectividad en la detección de contaminantes.

Diseño de la plataforma multiparamétrica: Desarrollar un sistema de medida capaz de registrar simultáneamente variaciones de frecuencia y de resistencia eléctrica bajo una misma exposición gaseosa.

Funcionalización de superficies: Optimizar el depósito de materiales nanoestructurados para maximizar la sensibilidad de ambos mecanismos de transducción.

Análisis multivariable: Implementar técnicas de procesado de datos para discriminar distintos contaminantes basándose en la respuesta combinada de los canales SAW y resistivo.

**Metodología:**

Configuración experimental: Integración de los sensores en una línea de gases controlada para ensayos de caracterización dinámica.

Análisis de datos: Procesado y tratamiento de las señales obtenidas para la extracción de parámetros de mérito como sensibilidad, repetibilidad y límites de detección.

Estudio de respuestas automatizadas: Implementación de rutinas de adquisición y análisis automático para la identificación de firmas de gases mediante la respuesta combinada SAW+Resistivo.

**Bibliografía:**

Álvaro Peña, Jesús López-Sánchez, Leandro Sacco, Sten Vollebregt, Jorge Marqués-Marchán, M. Carmen Horrillo, Pilar Marín, Daniel Matatagui, Beyond conventional characterization: Defect engineering role for sensitivity and selectivity of room-temperature UV-assisted graphene-based NO sensors, Talanta, Volume 286, 2025, 127507.

Cruz, C.; Matatagui, D.; Ramírez, C.; Badillo-Ramirez, I.; de la O-Cuevas, E.; Saniger, J.M.; Horrillo, M.C. Carbon SH-SAW-Based Electronic Nose to Discriminate and Classify Sub-ppm NO2. Sensors 2022, 22, 1261.

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Dispositivos optoelectrónicos de dióxido de vanadio ($VO_2$): síntesis y caracterización |
| **Title:** | Vanadium dioxide ($VO_2$) optoelectronic devices: synthesis and characterization |
| **Tutor/es:** | Álvaro Muñoz Noval, Noemí Carmona Tejero |
| **E-mail tutor/es:** | almuno06@ucm.es, ncarmona@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El dióxido de vanadio (VO2) exhibe una transición de fase metal-aislante con características únicas a temperaturas cercanas a ambiente. En esta transición, su resistividad eléctrica cambia entre 3 y 5 órdenes de magnitud, lo que lleva asociado un fuerte cambio en su transparencia óptica. Estas características hacen que el VO2 sea adecuado para numerosas aplicaciones, entre las que se encuentran los nanodispositivos neuromórficos. En este trabajo de fin de grado se propone el diseño y la preparación de capas finas de VO2 preparadas mediante sol-gel y sputtering; su caracterización estructural mediante DRX, y la caracterización de las propiedades físicas (ópticas y eléctricas) en función de la temperatura.

**Metodología:**

El TFG comenzará con una revisión bibliográfica; Posteriormente se prepararán capas finas de VO2 mediante sol-gel y sputtering variando diversos parámetros; Se realizará una caracterización estructural mediante DRX, y finalmente se evaluarán las propiedades ópticas y eléctricas con la temperatura.

**Bibliografía:**

1. A. Zimmers, et al. Role of Thermal Heating on the Voltage Induced Insulator-Metal Transition in VO2. Phys. Rev. Lett. 110, 056601 (2013).
2. R. Waser et al. Nanoionics-based resistive switching memories. Nat. Mater. 6, 833–840 (2007).
3. J. del Valle et al. Challenges in materials and devices for resistive-switching-based neuromorphic computing. J. Appl. Phys. 124, 211101 (2018).
4. Mei Pan el al. Properties of VO2 thin film prepared with precursor VO(acac)2. Journal of Crystal Growth 265, 121–126 (2004).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Explorando el mundo con resolución atómica: microscopia electrónica de transmisión en materiales avanzados |
| **Title:** | Exploring the world with atomic resolution: Transmission Electron Microscopy in Advanced Materials |
| **Tutor/es:** | Gabriel Sánchez Santolino, Francisco Fernández Cañizares |
| **E-mail tutor/es:** | gsanchezsantolino@ucm.es, frafer06@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 2 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación directa |

**Objetivos:**

El objetivo principal de este trabajo es explorar el estudio de materiales avanzados en sistemas de baja dimensionalidad, como materiales 2D, láminas delgadas e interfases, mediante técnicas de microscopía avanzada de última generación. Se revisarán diversas técnicas de microscopía y espectroscopía electrónica con resolución atómica. Ejemplos pueden incluir el estudio de materiales de interés tecnológico mediante la medición de distorsiones estructurales a escala atómica, la medición local de campos eléctricos y magnéticos, el análisis de dominios magnéticos, ferroeléctricos y ferroelásticos, la microscopía electrónica en cuatro dimensiones (4D-STEM), técnicas de contraste de fase y métodos avanzados de análisis de datos (incluyendo deep learning, big data e inteligencia artificial), entre otros.
El estudiante ampliará sus conocimientos en física de materiales y del estado sólido, relacionando fenómenos físicos a nivel atómico con las propiedades funcionales de los materiales.
De las dos plazas ofertadas, una se centrará en el trabajo experimental y de laboratorio, mientras que la segunda estará orientada al trabajo computacional y de simulación.

**Metodología:**

El trabajo combinará la revisión bibliográfica con tareas experimentales y analíticas, definidas conjuntamente entre supervisores y estudiante. Podrá incluir el estudio de los fundamentos de la microscopía electrónica de transmisión, la realización de experimentos con resolución atómica utilizando instrumentación avanzada, y el análisis computacional de datos mediante herramientas de inteligencia artificial y automatización, con el objetivo de procesar grandes volúmenes de información y extraer resultados físicamente relevantes de forma eficiente.

**Bibliografía:**


- Stephen J. Pennycook & Peter Nellist, *Scanning transmission electron microscopy*, Springer (2011).
- G. Sánchez-Santolino et al., *Phase Imaging Methods in the Scanning Transmission Electron Microscope*, Nano Letters, 25 (27), 10709 -10721 (2025).
- F. Fernandez-Cañizares et al., *Automated atomic site determination by four-dimensional scanning transmission electron microscopy data analytics*, Ultramicroscopy 281 114303 (2026).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | La biestabilidad óptica intrínseca de átomos artificiales |
| **Title:** | Intrinsic optical bistability of artificial atoms |
| **Tutor/es:** | Andrey Malyshev |
| **E-mail tutor/es:** | a.malyshev@fis.ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación por expediente |

**Objetivos:**

Familiarizar al alumno con las técnicas de la física teórica en el área de óptica, en relación con la dinámica de la respuesta óptica no lineal. Utilizando las técnicas estándar de análisis de sistemas dinámicos, modelizar, caracterizar y analizar la dinámica óptica no lineal, en particular, la biestabilidad de átomos artificiales como por ejemplo puntos cuánticos.

**Metodología:**

El estudiante comenzará haciendo un resumen de la literatura sobre aproximaciones, métodos y sistemas a estudiar: sistemas ópticos de dos niveles, la aproximación de onda rotante, métodos numéricos de integración de sistemas dinámicas no lineales. Asimismo, utilizando los códigos ya disponibles, empezará a hacer cálculos numéricos de dinámica no lineal para poder obtener resultados que podrá analizar y familiarizarse mejor con el problema.

**Bibliografía:**

*R. W. Boyd, Nonlinear Optics, 3rd ed. (Academic Press, Burlington, 2008).*

*Optical bistability and hysteresis of a hybrid metal-semiconductor nanodimer,* A.V. Malyshev, V.A. Malyshev, Phys. Rev. B **84**, 035314 (2011)

*Quantum metasurfaces of arrays of Λ-emitters for photonic nano-devices,* I.V. Ryzhov, R.F. Malikov, A.V. Malyshev, V.A. Malyshev, J. Opt. **23** (11), 115102 (2021)

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Desarrollo de aleaciones de alta entropía magnéticamente blandas |
| **Title:** | Development of magnetically soft high-entropy alloys |
| **Tutor/es:** | Yanicet Ortega |
| **E-mail tutor/es:** | yanicet@fis.ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación por expediente |

**Objetivos:**

La capacidad de cambiar las propiedades magnéticas en las aleaciones multicomponentes mediante el control de la microestructura, abre un campo muy amplio de investigación dentro del desarrollo de nuevas aleaciones de alta entropía.

Los objetivos del trabajo son:

- Analizar cómo la selección de los componentes de las aleaciones de alta entropía puede influir en sus microestructuras, determinando las propiedades magnéticas de las mismas.

- Analizar la modificación de las propiedades magnéticas de estas aleaciones inducidas mediante tratamientos térmicos, y las posibles aplicaciones industriales de las mismas.

**Metodología:**

Hacer un revisión bibliográfica sobre:
- El concepto de aleaciones de alta entropía
- Las propiedades magnéticas modificables de estas aleaciones, que son inducidas mediante cambios microestructurales. Se recomienda comenzar por aleaciones multicomponentes con un menor número de elementos.
-Describir las potenciales aplicaciones de estas aleaciones.

**Bibliografía:**

https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.165574

https://doi.org/10.1016/j.actamat.2017.03.013

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Altermagnets: Nuevas fronteras en magnetismo y espintrónica |
| **Title:** | Altermagnets: New Frontiers in Magnetism and Spintronics |
| **Tutor/es:** | Arantzazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio |
| **E-mail tutor/es:** | a.mascaraque@ucm.es, mabarrio@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación por expediente |

**Objetivos:**

**Objetivos:**
El objetivo de este trabajo es comprender el concepto, las propiedades fundamentales y el potencial tecnológico de los *altermagnets*, una nueva fase magnética descubierta y bautizada formalmente en 2022.
Durante décadas, los materiales magnéticos ordenados se clasificaron en dos grandes familias: ferromagnéticos y antiferromagnéticos. Los *altermagnets* rompen esta dicotomía al combinar una imanación neta nula característica de los antiferromagnéticos con una estructura de bandas que presenta desdoblamiento en espín dependiente del momento cristalino, propiedad hasta ahora asociada exclusivamente a los ferromagnéticos. Este comportamiento emerge de la simetría particular de la red cristalina, sin necesidad de acoplamiento espín-órbita. Su identificación abre la puerta a una nueva clase de materiales con propiedades espintrónicas potencialmente superiores a las de los materiales magnéticos convencionales: alta velocidad de conmutación, ausencia de campos de fuga y compatibilidad con la microelectrónica actual.

**Metodología:**

Se revisará la literatura científica reciente para formarse una comprensión progresiva del tema, partiendo de los fundamentos de simetría cristalina y estructura de bandas, y avanzando hacia las predicciones teóricas, las verificaciones experimentales y las posibles aplicaciones en espintrónica y almacenamiento de información.

**Bibliografía:**


L. Bai et al., Adv. Funct. Mater. 2024, 34, 2409327.

Cheng Song et al., *Nat Rev Mater* **10**, 473485 (2025).

Šmejkal, L. et al, *Science Advances*, 6(23), eaaz8809.

Reimers, S. *et al.*, *Nature Communications*, 15, 2116 (2024).

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Materiales de alta entropía |
| **Title:** | High-entropy materials |
| **Tutor/es:** | Arantzazu Mascaraque, Miguel A. González Barrio |
| **E-mail tutor/es:** | a.mascaraque@ucm.es, mabarrio@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación por expediente |

**Objetivos:**

El objetivo de este trabajo es familiarizarse con el concepto, las propiedades y las aplicaciones futuras de los materiales de alta entropía. Desde su descubrimiento en 2004, se han propuesto distintos tipos de materiales multicomponentes con alta entropía configuracional como una nueva clase de compuestos con muchas aplicaciones potenciales. Estos compuestos se estabilizan aún más a altas temperaturas debido a la contribución entrópica negativa dominante a la energía libre de Gibbs.

Pronto se descubrieron aleaciones de alta entropía, en su mayoría soluciones sólidas con un desorden químico homogéneo y escaso orden atómico de largo alcance. Más recientemente, en 2015, se encontraron otros tipos de compuestos estabilizados por entropía, incluidos óxidos, carburos y boruros. En esencia, el desorden químico completo estabiliza la red cristalina.

Debido a este comportamiento inusual, los compuestos de alta entropía tienen propiedades inesperadas y aplicaciones en muchas tecnologías: microelectrónica, termoeléctricos, catalizadores, baterías y recubrimientos resistentes al desgaste y a la corrosión.

**Metodología:**

Se revisará bibliografía básica y reciente, para adquirir una visión amplia del tema, para después centrarse en las propiedades de los materiales de alta entropía, como por ejemplo el magnetismo de óxidos mixtos de tierra rara-metal de transición, y las aplicaciones en distintos campos.

**Bibliografía:**


Minhyung Ahn et al. *Adv. Electron. Mater.* **7**, 2001258 (2021)
Alessandro R. Mazza et al. *Adv. Sci.* **9**, 2200391 (2022)
Priyanka Kumari et. al. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **554**, 169142 (2022)
D.B. Miracle, O.N. Senkov, *Acta Materialia*, 122, 448 (2017)
Josué M. Gonçalves, José G. Ruiz-Montoya, *J. Mater. Chem. A*, 20872 (2023)
Ana C. Feltrin et al. *Entropy*, **25**, 73 (2023)

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Materiales magneto-dieléctricos como absorbentes de radiación electromagnética en el rango del GHz |
| **Title:** | Magneto-dielectric materials as absorbers of electromagnetic radiation in the GHz range |
| **Tutor/es:** | Elena Navarro Palma |
| **E-mail tutor/es:** | enavarro@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación por expediente |

**Objetivos:**

Se trata de un trabajo bibliográfico.
Se llevará a cabo una revisión exhaustiva del estado del arte en materiales absorbentes de radiación electromagnética en el rango de microondas. Esta revisión se centrará en identificar las principales familias de materiales empleadas (ferritas, composites magneto-dieléctricos y aleaciones de alta entropía), así como los mecanismos físicos responsables de la absorción. Entre los materiales más estudiados para la absorción de microondas destacan las ferritas blandas, especialmente aquellas con estructura espinela
Se prestará especial atención a parámetros clave como la pérdida de reflexión (RL), el ancho de banda efectivo de absorción (EAB), el espesor óptimo del material y la frecuencia de resonancia. Asimismo, se analizará la influencia de variables como la composición química, el tamaño de partícula, la microestructura y el método de síntesis en el comportamiento electromagnético.

**Metodología:**

Búsqueda bibliográfica en revistas científicas de alto impacto

Se revisará la bibliografía básica y reciente, para adquirir una visión amplia del tema,
para después centrarse en las propiedades de las ferritas de Ni-Zin ya que presentan una combinación óptima de propiedades, como alta resistividad eléctrica, permeabilidad magnética destacada y bajas pérdidas por corrientes de Foucault, lo que las convierte en candidatas idóneas para aplicaciones en el rango de GHz.

**Bibliografía:**


https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.167839
https://doi.org/10.1038/s41598-019-52233-2
https://doi.org/10.1038/s41598-021-88930-0
http://dx.doi.org/10.1016/j.jpcs.2016.05.001
https://doi.org/10.1016/j.mtchem.2021.100460

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Medidas eléctricas para caracterización avanzada de nanodispositivos |
| **Title:** | Electric measurements for advanced characterization of nanodevices |
| **Tutor/es:** | Víctor Rouco Gómez |
| **E-mail tutor/es:** | vrouco@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación por expediente |

**Objetivos:**

El corazón de la nanoelectrónica moderna no es solo el material, sino nuestra capacidad para medirlo con precisión quirúrgica. Este TFG está diseñado para dominar la caracterización eléctrica avanzada, una competencia crítica en la industria tecnológica y de materiales. Los objetivos estratégicos son:
1) Dominio de Instrumentación de Alta Precisión: Aprender a operar equipos de medida en la frontera de lo posible, comprendiendo sus límites físicos y técnicos.
2) Ingeniería de Protección: Especialización en el diseño de protocolos de seguridad para evitar la rotura dieléctrica y el estrés térmico en nanodispositivos, garantizando la integridad de muestras de alto valor.
Al finalizar el TFG, el estudiante adquirirá una base sólida en diagnóstico y caracterización eléctrica de semiconductores.

**Metodología:**

Trabajaremos con un enfoque totalmente práctico y experimental, utilizando equipamiento estándar. Analizaremos el impacto de la resistencia de contacto comparando configuraciones de 2 y 4 puntas. Evaluaremos la diferencia entre fuentes de corriente vs. voltaje según la naturaleza del dispositivo. Optimizaremos la señal mediante un compromiso entre el ruido y el tiempo de integración para obtener datos limpios sin comprometer la muestra. Se realizarán medidas tanto en AC como en DC comparando sus resultados.

**Bibliografía:**

Manuales de distintos equipos de caracterización:


- Keithley 6221 (fuente de corriente)
- Keithley 2182 (nanovoltimetro)
- Keihtley 26xx y 24xx (sourcemeters)
- Keithley 6517 (amperimetro)
- Tektronix MSO64 (osciloscopio)

# FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRADO EN FÍSICA curso 2026-27

## Ficha de Trabajo de Fin de Grado

| | |
|---|---|
| **Departamento:** | Física de Materiales |
| **Título:** | Estudio experimental del comportamiento viscoelástico del PVC mediante ensayos de tracción y flexión |
| **Title:** | Viscoelastic behavior of PVC: an experimental study by using tensile and flexure testtee |
| **Tutor/es:** | Javier del Río |
| **E-mail tutor/es:** | jdelrio@ucm.es |
| **Número de plazas:** | 1 |
| **Asignación de TFG:** | Asignación por expediente |

**Objetivos:**

El policloruro de vinilo (PVC) es uno de los polímeros termoplásticos más utilizados a nivel industrial, especialmente en aplicaciones estructurales, de construcción y de ingeniería civil, debido a su combinación de buenas propiedades mecánicas, durabilidad y bajo coste. Por este motivo, sus propiedades mecánicas básicas, como la resistencia y el módulo elástico, han sido ampliamente estudiadas y normalizadas. No obstante, más allá de su comportamiento elástico convencional, el PVC presenta una respuesta mecánica claramente viscoelástica, caracterizada por una dependencia significativa con el tiempo y con la velocidad de aplicación de carga. Este comportamiento resulta especialmente relevante en aplicaciones reales en las que el material está sometido a cargas mantenidas o a solicitaciones variables, donde fenómenos como la fluencia y la deformación retardada pueden comprometer el correcto funcionamiento del componente. La caracterización viscoelástica del PVC se aborda habitualmente mediante técnicas avanzadas como el análisis dinámico-mecánico (DMA). Sin embargo, estas técnicas no siempre están disponibles en laboratorios docentes o industriales, lo que limita su aplicación en entornos formativos. En este contexto, el presente Trabajo Fin de Grado propone un enfoque alternativo y accesible, basado exclusivamente en ensayos mecánicos convencionales de tracción y flexión, ampliamente normalizados y disponibles.

**Metodología:**

-Ensayos de tracción y flexión del material en diferentes condiciones de velocidad de deformación
-Comportamiento del material en diferentes condiciones estáticas de carga en tracción y flexión
-Determinación de los parámetros mecánicos para los diferentes modelos viscoelásticos comúnmente aceptados

**Bibliografía:**

-Ferry, J. D.; Viscoelastic Properties of Polymers; John Wiley & Sons, 3rd Edition, 1980.
Referencia fundamental en viscoelasticidad de polímeros. Explica en detalle los modelos clásicos (Maxwell, Kelvin–Voigt, Burgers) y su aplicación a ensayos mecánicos.
-Ward, I. M., & Sweeney, J.; Mechanical Properties of Solid Polymers.; John Wiley & Sons, 3rd Edition, 2012.
Trata extensamente tracción, flexión, dependencia con el tiempo y la velocidad de deformación en polímeros como el PVC.
-Callister, W. D., & Rethwisch, D. G.;Materials Science and Engineering: An Introduction.;John Wiley & Sons, 9th Edition, 2014.