



GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	Texturas de espín topológicas: Hielos de espín		
<b>TITLE:</b>	Topological spin textures: Spin Ices		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Álvaro Muñoz y Elvira M. González		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Experimental	Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Selección directa	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

Que el alumno realice un estudio introductorio en los hielos de espín, qué son, estudiar las distintas formas en las que se obtienen y las propiedades magnéticas más importantes y que relación tienen con sus propiedades topológicas.

**METODOLOGÍA:**

Proponemos que el trabajo se base en una revisión bibliográfica supervisada por los tutores. Éstos propondrán algunas referencias bibliográficas sobre las que el alumno debe profundizar. En función de la disponibilidad de tiempo y motivación del alumno se podrán fabricar y/o caracterizar algún sistema sencillo de hielo de espín.

**BIBLIOGRAFÍA:**

1. SH. Skjaervo, CH. Marrows, RL. Stamps & LJ. Heyderman Advances in artificial spin ice. Nature Reviews Physics volume 2, (2020) 13–28.
2. Physics of Ferromagnetism. S. Chikazumi, C. D. Graham. Oxford (1997).



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	PUESTA EN MARCHA DE SISTEMA DE FABRICACIÓN ADITIVA DE NANOCOMPOSITES UTILIZANDO IMPRESORA 3D		
<b>TITLE:</b>	COMMISSIONING OF A NANOCOMPOSITE ADDITIVE MANUFACTURING SYSTEM USING A 3D PRINTER		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	ANA CREMADES		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente	

**OBJETIVOS:**

- Poner en marcha impresora 3D
- Entender los procesos de fabricación aditiva
- Diseñar un nanocomposite
- Caracterizar el nanocomposite con técnicas avanzadas (SEM, EDS, Raman, etc)
- Analizar posibles mejoras y en su caso Implementar alguna de las mejoras propuestas.

**METODOLOGÍA:** Se realizará una primera aproximación al problema mediante el estudio del estado del arte de los métodos de fabricación aditiva en la bibliografía. Después se analizarán los parámetros de interés y se diseñará el proceso a seguir para la obtención de nanocomposites formados por resina fotopolimerizable con posibles aditivos y nanopartículas de distintos materiales o nanotubos de grafeno. Las muestras obtenidas serán caracterizadas estructural y microestructuralmente, morfológicamente y composicionalmente mediante SEM, EDS, Raman, DRX etc). Además, dependiendo de las posibles aplicaciones que podamos seleccionar se realizarán ensayos de tracción mecánica, medidas de conductividad eléctrica u otras de interés.

El trabajo propuesto es eminentemente técnico y experimental.

**BIBLIOGRAFÍA:** Artículos científicos y bibliografía de la asignatura de Nanomateriales



GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Preparación y caracterización de muestras cerámicas		
<b>TITLE:</b>	Preparation and characterization of ceramics		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Nevenko Biskup		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente	

**OBJETIVOS:**

Preparación de muestras cerámicas y caracterización de las mismas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) y dispersión de energías de rayos-X (EDX)

**METODOLOGÍA:**

Preparación de varios compuestos con distinta estequiometría, formación de pastillas de dichos materiales y su calcinación hasta su forma cerámica.  
Microanálisis estructural, mediante microscopía (SEM), y químico, mediante dispersión de energías de rayos-X (EDX).

**BIBLIOGRAFÍA:**

<https://www.uma.es/sme/nueva/Documentos/EDXS.pdf>



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE CRECIMIENTO PARA LA SÍNTESIS DE NANOESTRUCTURAS DE ÓXIDOS SEMICONDUCTORES		
<b>TITLE:</b>	OPTIMIZATION OF A GROWTH SYSTEM FOR THE SYNTHESIS OF SEMICONDUCTOR OXIDE NANOESTRUCTURES		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	PEDRO HIDALGO, ANA CREMADES		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	2		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente	

**OBJETIVOS:**

- Entender los modos de crecimiento de nanoestructuras de óxidos semiconductores a partir de técnicas físicas como el vapor-sólido, el calentamiento resistivo y el *sputtering*.
- Analizar los parámetros implicados en el crecimiento y proponer mejoras a los sistemas actuales para hacerlos más eficientes tanto desde el punto de vista del crecimiento como de los costes.
- Implementar alguna de las mejoras propuestas.
- Realizar pruebas concretas de crecimiento con el sistema mejorado.

**METODOLOGÍA:** Se realizará una primera aproximación al problema mediante el estudio del estado del arte de los métodos de crecimiento en la bibliografía. Después se analizarán los parámetros de interés y se diseñará un sistema que optimice algún aspecto del propio crecimiento (como la densidad de nanoestructuras, los tamaños, control de morfología, incorporación de dopado, o la obtención de estructuras complejas) o del coste de los tratamientos (reducción de la temperatura o tiempo de tratamiento mediante selección de precursores o geometría de los tratamientos, reutilización de gases, u otros). El sistema optimizado se implementará en el laboratorio y se realizarán pruebas de crecimiento con materiales concretos. El trabajo propuesto es eminentemente técnico y experimental. En el caso de que haya varios alumnos y según los intereses manifestados por cada uno, se dedicarían a realizar un estudio bibliográfico del crecimiento de las nanoestructuras de interés, a optimizar aspectos diferenciados del sistema de crecimiento elegido, o a enfocarse en las pruebas de crecimiento, o alternatively podrían participar de todas las actividades (bibliográfica, técnica y experimental) suficientemente diferenciadas dada la amplitud del tema y materiales posibles. Aunque no es requisito imprescindible, se valorará que los candidatos tengan conocimientos en cualquier lenguaje de programación y/o programas de simulaciones.

**BIBLIOGRAFÍA:** Artículos científicos y bibliografía de la asignatura de Nanomateriales



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FÍSICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	SÍNTESIS Y APLICACIONES DE NANOESTRUCTURAS BASADAS EN ÓXIDOS SEMICONDUCTORES TIPO-P		
<b>TITLE:</b>	P-TYPE SEMICONDUCTING OXIDE NANOSTRUCTURES: SYNTHESIS AND APPLICATIONS		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	David Maestre		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

- Conocer las propiedades de algunos de los principales óxidos semiconductores tipo-p (NiO, SnO, CuO...), así como las técnicas de síntesis de estos materiales en forma de nanoestructuras.
- Estudiar las aplicaciones más relevantes de nanoestructuras de óxidos semiconductores tipo p en diversos campos tecnológicos (optoelectrónica, almacenamiento de energía,..).

**METODOLOGÍA:**

- Aprendizaje de herramientas de búsqueda bibliográfica.
- Revisión bibliográfica.
- Organización y análisis de la información recogida.
- Empleo de técnicas de caracterización con las que estudiar algunas nanoestructuras de óxidos semiconductores tipo p.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Fabrication and study of self-assembled NiO Surface networks assisted by Sn doping. M. Taeño, D. Maestre, A. Cremades. *Journal of Alloys and Compounds*, **827**, 154172 (2020)
- Synergetic improvement of stability and conductivity of hybrid composites formed by PEDOT:PSS and SnO nanoparticles. A. Vázquez-López, A. Yaseen, D. Maestre, J. Ramírez-Castellanos, E.S. Marstein, S.Zh. Karazhanov, A. Cremades. *Molecules*, **25**, 695 (2020)



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Materiales para la Electrónica de Óxidos		
<b>TITLE:</b>	Oxide Electronics Materials		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Flavio Bruno		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental	Bibliográfico X	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa X	Selección por expediente	

**OBJETIVOS:**

Entender la influencia de los materiales en el proceso de formación, la estructura electrónica y las propiedades de transporte electrónico de un sistema de electrones bidimensional estabilizado en la superficie de diversos óxidos.

**METODOLOGÍA:**

El trabajo consistirá en 2 partes diferenciadas:

- 1.- Revisión bibliográfica guiada por el supervisor en la que el estudiante deberá comprender la estructura electrónica y el proceso de formación de un sistema bidimensional de electrones en diversos óxidos.
- 2.- En función del interés del alumno se podrá profundizar en las aplicaciones en dispositivos del sistema de electrones bidimensional, o bien realizar medidas básicas de caracterización de las propiedades de transporte electrónico de tal sistema.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- 1.- ARPES Studies of Two-Dimensional Electron Gases at Transition Metal Oxide Surfaces. (<https://arxiv.org/abs/1612.03571>)
- 2.- Universal fabrication of 2D electron systems in functional oxides, *Advanced Materials*, **28**, 1976 (2016) (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/adma.201505021>)
- 3.-A New Spin for Oxide Interfaces, *Nature Physics* **14**, 322 (2018)



GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	Efecto campo en láminas delgadas de óxidos		
<b>TITLE:</b>	Field effect in oxide thin films		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Javier Tornos Castillo		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Experimental	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Selección directa	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

Fabricar dispositivos de efecto campo usando heteroestructuras de óxidos.  
Caracterización del transporte eléctrico en función del campo eléctrico aplicado.

**METODOLOGÍA:**

Crecimiento de películas delgadas de óxidos por técnica de pulverización (sputtering).  
Fabricación de transistores de doble capa eléctrica mediante técnicas de litografía óptica y comido seco.  
Medidas de transporte eléctrico en función del campo eléctrico externo.  
Análisis y discusión de los resultados experimentales.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- [1] Electrolyte-based ionic control of functional oxides, Nature Materials, 18, 13 (2019)  
[2] Electric field effect in correlated oxide systems Nature, 424, 1015 (2003)



GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FISICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	Efecto Hall y magnetotransporte en heteroestructuras de óxidos correlacionados		
<b>TITLE:</b>	Hall Effect and magnetotransport in correlated oxide heterostructures		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Javier Tornos Castillo Fabián Andrés Cuéllar Jiménez		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Experimental	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Selección directa	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

Estudio del efecto Hall y del magnetotransporte en heteroestructuras de óxidos correlacionados

**METODOLOGÍA:**

Crecimiento de películas delgadas de óxidos por técnica de pulverización (sputtering).

Medidas de magnetorresistencia y efecto Hall.

Análisis y discusión de los resultados experimentales.

**BIBLIOGRAFÍA:**

[1] Emergent magnetism and anomalous Hall effect in iridate-manganite heterostructure. Nature Comm. 7, 12721, (2016).

[2] Emergent Topological Hall effect in  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$  / $\text{SrIrO}_3$  heterostructures. ACS Appl Mater. Interfaces, 11, 21268-21274 (2019)



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Dicalcogenuros de metales de transición		
<b>TITLE:</b>	Transition metal dichalcogenides		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Arantzazu Mascaraque / Miguel A. González Barrio		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental	Bibliográfico X	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa	Selección por expediente	X

**OBJETIVOS:**

Conocer y comprender las propiedades físicas particulares de los materiales laminares y su relación con la baja dimensionalidad.

Los materiales laminares constituyen una familia creciente de materiales con propiedades emergentes, que incluye a los aislantes topológicos y los dicalcogenuros de metales de transición. Estos últimos, con formula general  $MX_2$ , donde M es un metal de transición (Mo, W, etc.), y X un anfígeno (S, Se or Te), pueden ser semiconductores, semimetales o incluso superconductores. Recientemente, el  $MoS_2$ , por ejemplo, ha recibido gran atención como un material prometedor en variedad de aplicaciones en electrónica, espintrónica, catálisis, como sensor de gas, biosensor, material fotovoltaico o para almacenamiento de energía.

**METODOLOGÍA:**

Realizar una búsqueda bibliográfica y puesta al día de los sistemas mencionados. Se utilizarán las herramientas online disponibles a través de la Biblioteca UCM.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Manzeli, S. *et al.* 2D transition metal dichalcogenides. *Nat Rev Mater* 2, 17033 (2017). <https://doi.org/10.1038/natrevmats.2017.33>

Choi, W. *et al.* Recent development of two-dimensional transition metal dichalcogenides and their applications. *Materials Today* 20 (2017) 116-130. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2016.10.002>.



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Interacciones magnéticas quirales.en sistemas de baja dimensionalidad		
<b>TITLE:</b>	Chiral magnetic interactions in low-dimensional systems		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Arantazu Mascaraque / Miguel A. González Barrio		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental	Bibliográfico X	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa	Selección por expediente	X

**OBJETIVOS:**

Comprender las implicaciones físicas de las interacciones magnéticas que presentan quiralidad en sistemas de baja dimensionalidad.

A diferencia de la interacción de canje, que favorece una ordenación paralela o antiparalela de los momentos magnéticos, la ruptura de simetría en superficies e intercaras, así como el fuerte acoplo espín-órbita, dan lugar a interacciones que favorecen ordenamientos no colineales de los momentos magnéticos. Estas interacciones, como la interacción de Dzyaloshinskii-Moriya, permiten estabilizar estructuras magnéticas (paredes de dominio, skyrmiones) de quiralidad bien definida y protegida topológicamente, propiedad de plena actualidad que puede servir para diseñar dispositivos eficientes de almacenamiento magnético de información.

**METODOLOGÍA:**

Realizar una búsqueda bibliográfica y puesta al día de los sistemas mencionados. Se utilizarán las herramientas online disponibles a través de la Biblioteca UCM.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Fert, A. et. al., Magnetic skyrmions: advances in physics and potential applications. *Nature Reviews Materials* **2**, 17031 (2017) (DOI: [10.1038/natrevmats.2017.31](https://doi.org/10.1038/natrevmats.2017.31))

Legrand, W. et al. Hybrid chiral domain walls and skyrmions in magnetic multilayers. *Sci Adv* **4** (7), eaat0415 (DOI: [10.1126/sciadv.aat0415](https://doi.org/10.1126/sciadv.aat0415))



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Fotoemisión directa e inversa: determinación experimental de la estructura de bandas de un sólido		
<b>TITLE:</b>	Direct and inverse photoemission: experimental determination of a solid's band structure		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Arantzazu Mascaraque / Miguel A. González Barrio		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental	Bibliográfico X	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa	Selección por expediente	X

**OBJETIVOS:**

Comprender cómo se puede determinar experimentalmente la estructura de bandas de un sólido. Aprender a realizar un experimento de fotoemisión directa y de fotoemisión inversa. Profundizar en las implicaciones de los diferentes modelos de teoría de bandas.

La espectroscopía de fotoemisión resuelta en ángulo (ARPES) es una herramienta fundamental en la determinación de los estados electrónicos de un sólido, ya que permite determinar la energía y el momento (también el espín) de un electrón, y no una distribución promediada en energía y/o sólo cerca del nivel de Fermi. Su técnica complementaria, la fotoemisión inversa (IPES) permite estudiar los estados vacíos situados por encima del nivel de Fermi.

**METODOLOGÍA:**

Realizar una búsqueda bibliográfica y puesta al día de los sistemas mencionados. Se utilizarán las herramientas online disponibles a través de la Biblioteca UCM.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Yang, H. *et al.* Visualizing electronic structures of quantum materials by angle-resolved photoemission spectroscopy. *Nat Rev Mater* **3**, 341–353 (2018).

<https://doi.org/10.1038/s41578-018-0047-2>

Lv, Baiqing *et al.* Angle-resolved photoemission spectroscopy and its application to topological materials. *Nat Rev Phys* **1**, 609–626 (2019). <https://doi.org/10.1038/s42254-019-0088-5>

S. D. Stolwijk *et al.* Rotatable spin-polarized electron source for inverse-photoemission experiments. *Rev. Sci. Instrum.* **85**, 013306 (2014)



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	LiCoO <sub>2</sub> : propiedades electrónicas y aplicaciones		
<b>TITLE:</b>	LiCoO <sub>2</sub> : electronic properties and applications		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Arantzazu Mascaraque / Miguel A. González Barrio		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental	Bibliográfico X	Simulación
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa	Selección por expediente X	

**OBJETIVOS:**

Conocer y comprender las propiedades electrónicas del LiCoO<sub>2</sub>. Conocer las aplicaciones tecnológicas del LiCoO<sub>2</sub>. Comprender qué es una transición de fase tipo Mott y cómo y por qué puede estabilizarse.

El Li<sub>x</sub>CoO<sub>2</sub> (LCO) es el material más importante y más estudiado como cátodo en baterías comerciales y el mejor sistema modelo para estudios fundamentales en baterías de ion Li. Recientemente, se ha propuesto el uso de láminas delgadas de LCO como material en aplicaciones tipo *memristor*. En particular, en computación analógica y *neuromórfica* de bajo consume energético. La estructura y propiedades del LCO se modifican enormemente con los cambios en el contenido de Li que tienen lugar durante los ciclos de carga/descarga de la batería. Al disminuir el contenido de Li, el LCO experimenta varias transiciones de fase, que incluyen transiciones orden-desorden, deslizamiento de O y una transición metal-aislante cuando el contenido de Li en el Li<sub>x</sub>CoO<sub>2</sub> es menor de x=0.95.

**METODOLOGÍA:**

Realizar una búsqueda bibliográfica y puesta al día de los sistemas mencionados. Se utilizarán las herramientas online disponibles a través de la Biblioteca UCM.

**BIBLIOGRAFÍA:**

E. Fuller et al., *Li-Ion Synaptic Transistor for Low Power Analog Computing. Adv. Mater.* **29**, 1604310 (2017).  
 L. Lu et al, *A review on the key issues for lithium-ion battery management in electric vehicles. J. of Power Sources.* **226**, 272 (2013).

A. Milewska *et al*, *The nature of the nonmetal-metal transition in  $\text{Li}_x\text{CoO}_2$  oxide*. *Sol. State. Ion* **263**, 110 (2014).



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FÍSICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	Estudio de polimorfos de óxidos de hierro (III)		
<b>TITLE:</b>	Study of iron oxide (III) polymorphs		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Noemí Carmona		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>		Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:**

El objetivo principal de este trabajo fin de grado se centra en la exploración de nuevas fases metaestables del  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  que solamente existen en tamaño nanométrico.

**METODOLOGÍA:**

El TFG comenzará con una actualización bibliográfica. La exploración de nuevas fases metaestables de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  que solamente existen en tamaño nanométrico podría ser crucial en la obtención de materiales multifuncionales con gran aplicación tecnológica. Posteriormente se diseñarán y prepararán varias muestras mediante sol-gel. Se realizará una caracterización general para correlacionar sus propiedades estructurales, ópticas y magnéticas. Finalmente, se realizará una valoración de los resultados comparándolos con los de la bibliografía.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- 1) López-Sánchez, J., Muñoz-Noval, A., Serrano, A., Abuín, M., De La Figuera, J., Marco, J.F., Pérez, L., Carmona, N., Rodríguez De La Fuente, O. Growth, structure and magnetism of  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  in nanoparticle form. RSC Advances 6 (52) (2016) 46380-46387.
- 2) López-Sánchez, J., Serrano, A., Del Campo, A., Abuín, M., Rodríguez De La Fuente, O., Carmona, N. Sol-gel synthesis and micro-raman characterization of  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  micro- and nanoparticles. Chemistry of Materials 28 (2) (2016) 511-518.
- 3) López-Sánchez, J., Muñoz-Noval, A., Castellano, C., Serrano, A., Del Campo, A., Cabero, M., Varela, M., Abuín, M., De La Figuera, J., Marco, J.F., Castro, G.R., Rodríguez De La Fuente, O., Carmona, N. Origin of the magnetic transition at 100 K in  $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticles studied by x-ray absorption fine structure spectroscopy. Journal of Physics Condensed Matter 29 (48) (2017) art. no. 485701.
- 4) López-Sánchez, J., Serrano, A., Del Campo, A., Abuín, M., Salas-Colera, E., Muñoz-Noval, A., Castro, G.R., De La Figuera, J., Marco, J.F., Marín, P., Carmona, N., Rodríguez De La Fuente, O. Self-assembly of iron oxide precursor micelles driven by magnetic stirring time in sol-gel coatings. RSC Advances 9 (31) (2019) 17571-17580.



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	FÍSICA DE MATERIALES		
<b>TÍTULO:</b>	Interacción plasmónica de nanopartículas metálicas de Au y Ag		
<b>TITLE:</b>	Plasmonic interaction of Au and Ag metal nanoparticles		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Noemí Carmona		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

El objetivo principal de este trabajo fin de grado se centra en la exploración de la interacción plasmónica de nanopartículas de Au/Ag.

**METODOLOGÍA:**

En este trabajo fin de grado se estudiará la respuesta plasmónica de nanopartículas metálicas Au/Ag para su utilización en aplicaciones como filtros de color, sensores o aplicaciones SERS. Para ello se prepararán varias nanoestructuras con diversas morfologías y se establecerá una correlación entre los parámetros de crecimiento y las propiedades físicas del sistema.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- 1) K. A. Willets, A. J. Wilson, V. Sundaresan, P. B. Joshi. Super-Resolution Imaging and Plasmonics. Chem. Rev. 117 (2017) 7538–7582.
- 2) C. Hong Hwang, M. Ahn, Y. Lee, T. Chung, K. Jeong. Ag/Au Alloyed Nanoislands for Wafer-Level plasmonic Color Filter Arrays. Scientific Reports 9 (2019) 9082.
- 3) A. Serrano, J. Rubio-Zuazo, J. López-Sánchez, E. Enríquez, E. Salas-Cólera, G. R. Castro. Nanostructured Au(111)/Oxide Epitaxial Heterostructures with Tailoring Plasmonic Response by a One-Step Strategy. J. Phys. Chem. C 123 (41) (2019) 25294–25302.
- 4) A. Serrano, O. Llorca-Hernando, A. Del Campo, F. Rubio-Marcos, O. Rodríguez de La Fuente, J.F. Fernández, M.A. García. Ag-AgO nanostructures on glass substrates by solid-state dewetting: From extended to localized surface plasmons. Journal of Applied Physics 124 (13) (2018) art. no. 133103.



GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	ACTIVACIÓN DE SUPERFICIES CON PLASMA		
<b>TITLE:</b>	ACTIVATION OF SURFACES WITH PLASMA		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Óscar Rodríguez de la Fuente		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

En este trabajo se estudiarán los cambios en la energía superficial de distintos materiales mediante tratamientos con plasma activado por microondas.

**METODOLOGÍA:**

Una vez seleccionados los materiales a estudiar, se tratará de entender cómo pueden ser modificados para cambiar al máximo su energía superficial. Para ello se probarán diversos gases para crear el plasma (argón, oxígeno, agua...), así como diferentes potencias y tiempos. La medida de la energía superficial se hará con un aparato de medida de ángulo de contacto, usando diferentes líquidos. También se llevarán a cabo otros tipos de medidas experimentales tales como microscopías y espectroscopías vibracionales.

**BIBLIOGRAFÍA:**

*A comparison of chemical and atmospheric plasma assisted copper plating on carbon fiber reinforced epoxy polymer surfaces, Surf. Coat. Technol. 258 (2014) 1082*



**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Dificultades en el estudio y comprensión de los conceptos básicos de Física de Materiales		
<b>TITLE:</b>	Difficulties in the study and understanding of the basic concepts of Materials Physics		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Paloma Fernández Sánchez		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input type="checkbox"/>	Selección por expediente <input checked="" type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de los conceptos básicos en Física de Materiales y las principales dificultades encontradas para su comprensión.

**METODOLOGÍA:**

Partiendo del programa básico de una asignatura introductoria de Física de Materiales se seleccionarán los conceptos básicos: enlace, estructura de bandas, microestructura, etc. Se analizarán los conocimientos previos necesarios para su comprensión y se revisará el contexto (curso, asignatura) en el que se han estudiado. Con esta información se tratará de detectar el origen de las dificultades de comprensión más frecuentes en esta materia

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Materials Science and Engineering. An Introduction; W.D. Callister Jr (John Wiley and Sons, 2003) (también edición en español)
- The Science and Engineering of Materials; D.R. Askeland and P.P. Puhl (Thomson 2006), (también edición en español)
- Understanding Solids: the Science of Materials , Richard D.J. Tilley (John Wiley and Sons, 2004)
- An Introduction to Materials Engineering and Science for Chemical and Materials Engineers ; Brian S. Mitchell (John Wiley and Sons, 2004)



GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales
<b>TÍTULO:</b>	Propiedades magnéticas, ópticas y estructurales de ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> dopada con La y Gd
<b>TITLE:</b>	Magnetic, optical and structural properties of La and Gd doped ZnFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Patricia de la Presa
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/> Bibliográfico <input type="checkbox"/> Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/> Selección por expediente <input type="checkbox"/>

**OBJETIVOS:**

El dopaje de ferritas con iones metálicos de tierras raras (RE) mejora las propiedades electromagnéticas debido a la distribución de cationes en sus sitios intersticiales, según reporta la bibliografía [1,2]. A bajas concentraciones, la presencia de iones RE trivalentes modifica la estructura afectando las interacciones Fe-Fe, esto lleva a cambios en las propiedades magnetoópticas del material que lo hace muy prometedor para distintas aplicaciones tecnológicas.

En este trabajo consistirá en la síntesis y caracterización de nanopartículas de ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dopadas con La<sup>3+</sup> y Gd<sup>3+</sup> en sustitución de Fe<sup>3+</sup> para concentraciones menores del 1%.

**METODOLOGÍA:**

- Revisión de la bibliografía
- Síntesis por molienda mecánica de alta energía para distintas concentraciones de La y Gd
- Caracterización por rayos x
- Microscopía electrónica de alta resolución y dispersión
- Espectroscopía UC-VIS
- Magnetometría a baja temperatura.

**BIBLIOGRAFÍA:**

Mugutkar et al, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 502, 166490 (2020)  
Almessiere et al, Ceramics International 45, 3449-3458 (2019)



## GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

### Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Aleaciones de alta entropía		
<b>TITLE:</b>	High Entropy Alloys		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Yanicet Ortega Villafuerte		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>		Selección por expediente <input type="checkbox"/>

#### **OBJETIVOS:**

- Conocer el efecto que tiene en la microestructura y en las propiedades físicas de las aleaciones de alta entropía, la adición de otros elementos químicos, así como la aplicación de distintos tratamientos térmicos.
- Combinar los conocimientos adquiridos, en el grado de Ingeniería de Materiales, sobre distintas técnicas experimentales para estudiar un material específico.

#### **METODOLOGÍA:**

- Es un trabajo bibliográfico en el cual se parte de una aleación base de alta entropía, cuya microestructura y propiedades físicas de interés se conocen empleando un conjunto de técnicas experimentales.
- Partiendo de esa aleación primaria, se analizará la influencia que tiene en la formación de nuevas fases y en las propiedades de la aleación, la incorporación de distintos elementos químicos en función de su concentración.
- Posteriormente se resumirán los principales cambios que se producen en la aleación después de ser tratada térmicamente.
- Y finalmente se organizarán todos los resultados experimentales más relevantes en un diagrama de flujo, a partir del cual se sacarán las principales conclusiones del trabajo.

#### **Bibliografía:**

- Sheng Guo, Qiang Hu, Chun Ng, C.T. Liu, Intermetallics 41 (2013) 96-103.



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Simulaciones de primeros principios de las propiedades electrónicas, estructurales y magnéticas en materiales con estructura perovskita.		
<b>TITLE:</b>	First principles simulations of the electronic, structural and magnetic properties in perovskite materials.		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Juan Ignacio Beltrán Fínez		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	<u>Simulación</u> <input checked="" type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input type="checkbox"/>	<u>Selección por expediente</u> <input checked="" type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

La teoría del funcional de la densidad (DFT) es una herramienta de simulación muy empleada en la física de materiales para apoyar estudios experimentales pero también para predecir propiedades novedosas, basado en su gran capacidad de ingeniería atómica. El objetivo del TFG será el de usar un código DFT para simular las propiedades electrónicas (densidades de estados ...), estructurales (módulo de Young...) y/o magnéticas (momentos magnéticos ...) de diversos materiales con estructura perovskita.

**METODOLOGÍA:**

Se simulará una serie de materiales usando DFT para tomar consciencia de las fortalezas y deficiencias en dicha teoría así como las necesarias correcciones para su empleo en materiales con correlación electrónica. Para realizar dichas simulaciones el candidato necesitará un ordenador portátil con conexión inalámbrica para conectarse en remoto a un centro de computación de alto rendimiento.

**BIBLIOGRAFÍA:**

“Error Estimates for Solid-State Density-Functional Theory Predictions: An Overview by Means of the Ground-State Elemental Crystals”, Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences, 39:1, 1-24 (2014). DOI: [10.1080/10408436.2013.772503](https://doi.org/10.1080/10408436.2013.772503)



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Confinamiento óptico en microcavidades semiconductoras alargadas		
<b>TITLE:</b>	Optical confinement in elongated semiconductor microcavities		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Javier Bartolomé Vílchez		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input checked="" type="checkbox"/>	Bibliográfico <input checked="" type="checkbox"/>	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa <input checked="" type="checkbox"/>	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

Entender el fenómeno de confinamiento óptico en el interior de microcavidades semiconductoras alargadas, así como los distintos tipos de modos resonantes a los que pueden dar lugar, incluyendo modos de Fabry-Pérot, “whispering gallery” o de cristales fotónicos. Se estudiarán las aplicaciones más relevantes de dichas estructuras dentro del campo de los sensores, o la optoelectrónica.

**METODOLOGÍA:**

El trabajo consistirá fundamentalmente en una revisión bibliográfica de los avances más recientes en el campo de las cavidades ópticas en materiales semiconductores, con un fuerte enfoque en sus aplicaciones dentro de los campos mencionados. El trabajo se dividirá en las siguientes secciones:

- Estudio del fenómeno físico de resonancia óptica para cada uno de los tres modos indicados.
- Revisión de los materiales y estructuras empleadas actualmente para la generación de dichos modos.
- Descripción de las aplicaciones más importantes así como de los parámetros físicos más relevantes para evaluar la calidad de distintas cavidades ópticas.

En función de la marcha del trabajo, éste se complementará con la inclusión de una parte experimental en la cual se estudiará la formación de resonancias ópticas en distintos tipos de estructuras semiconductoras.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- [1] M. Alonso-Orts, E. Nogales, J. M. San Juan, M. L. Nó, J. Piqueras, B. Méndez, *Phys. Rev. Applied* **9**, 064004 (2018).
- [2] J. Bartolome, A. Cremades, J. Piqueras, *J. Mater. Chem. C*, **1**, 6790-6799 (2013).



Ficha de Trabajo Fin de Grado

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Diagrama de fases para estados de Hall cuánticos enteros en grafeno		
<b>TITLE:</b>	Phase diagram for integer quantum Hall states in graphene		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Juan Ramón Muñoz de Nova – Fernando Sols Lucia		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico X	Simulación <input type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa X	Selección por expediente <input type="checkbox"/>	

**OBJETIVOS:**

Se trata de familiarizar al alumno con los conceptos básicos de la física de electrones en grafeno, principal material bidimensional, así como con uno de los efectos más importantes en estado sólido como es el efecto Hall cuántico, introduciendo el concepto de Quantum Hall Ferromagnetism (QHFM). Debido al alto número de grados de libertad de valle y espín, los diagramas de fases de los estados de Hall cuánticos en grafeno poseen una elevada riqueza, de gran interés para el estudio de la Física de Materiales debido a sus propiedades, robustez y potencial manipulación.

**METODOLOGÍA:**

Las herramientas a utilizar son conceptos básicos de mecánica cuántica y física de materiales tales como la ecuación de Schrödinger, modelos efectivos del grafeno o grados de libertad de espín y pseudo-espín. El trabajo es enteramente analítico.

**BIBLIOGRAFÍA:**

M. Katsnelson. *Graphene: Carbon in Two Dimensions* (Cambridge: Cambridge University Press, 2012).

M. Kharitonov, *Phase diagram for the  $\nu=0$  quantum Hall state in monolayer graphene*, Phys. Rev. B 85, 155439 (2012).

J. R. M. de Nova, I. Zapata, *Symmetry characterization of the collective modes of the phase diagram of the  $\nu=0$  quantum Hall state in graphene: Mean-field and spontaneously broken symmetries*, Phys. Rev. B 95, 165427 (2017).

Di S. Wei et al., *Electrical generation and detection of spin waves in a quantum Hall ferromagnet*, Science 362, 229-233 (2018).



GRADO EN INGENIERÍA DE MATERIALES curso 2020-21

**Ficha de Trabajo Fin de Grado**

<b>DEPARTAMENTO:</b>	Física de Materiales		
<b>TÍTULO:</b>	Interacciones en grafeno		
<b>TITLE:</b>	Interactions in graphene		
<b>SUPERVISOR/ES:</b>	Juan Ramón Muñoz de Nova - Fernando Sols Lucia		
<b>NÚMERO DE PLAZAS:</b>	1		
<b>TIPO DE TFG</b>	Experimental <input type="checkbox"/>	Bibliográfico <input type="checkbox"/>	Simulación <input checked="" type="checkbox"/>
<b>ASIGNACIÓN DE TFG:</b>	Selección directa	X	Selección por expediente

**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. El *scattering* mutuo de dos electrones aislados en grafeno tiene una resonancia específica tipo Feshbach que solo ocurre en grafeno o materiales similares. Se estudiará dicha resonancia y la posibilidad de que sobreviva en presencia de otros electrones (mar de Fermi lleno). También se estudiará la interacción de electrones en grafeno en presencia de un sustrato piezoeléctrico.

**METODOLOGÍA:**

Se utilizarán técnicas de la teoría cuántica de muchos cuerpos aplicadas a sistemas fermiónicos en dos dimensiones. En particular se verá cómo la resolución de la ecuación de Bethe-Salpeter puede arrojar luz sobre las colisiones entre dos electrones en presencia de la red del grafeno y de un mar de Fermi. Para el caso de electrones en grafeno sobre un sustrato, se utilizará la teoría del apantallamiento dinámico. El trabajo incluirá desarrollos analíticos que serán la base de algunos cálculos numéricos.

**BIBLIOGRAFÍA:**

A L Fetter, J D Walecka, *Quantum theory of many-particle systems* (McGraw-Hill, New York, 1971).

C Gaul, F Domínguez-Adame, F Sols, I Zapata, *Feshbach-type resonances for two-particle scattering in graphene*, Phys. Rev. B 89, 045420 (2014).

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).