

## OFERTAS DE TRABAJO FIN DE MÁSTER EN EL MÁSTER DE NANOFÍSICA Y MATERIALES AVANZADOS. CURSO 2020-21

### 1- TÍTULO: **Contacto de punto cuántico en grafeno bicapa rotado.**

TITLE: Quantum point contact in twisted bilayer graphene.

DIRECTOR/A: Francisco Domínguez-Adame ([adame@ucm.es](mailto:adame@ucm.es)) y Leonor Chico ([leonor.chico@icmm.csic.es](mailto:leonor.chico@icmm.csic.es)).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: No aplica.

RESUMEN: El descubrimiento de superconductividad en grafeno bicapa rotado [Cao y col. Nature 556, 80 (2018)] ha generado una ingente cantidad de investigación sobre este material. El trabajo que se propone es estudiar el transporte electrónico en contactos de punto cuántico en grafeno bicapa rotado. En particular, se calculará la conductancia a baja temperatura para poder comparar con los resultados experimentales que se obtengan en el Grupo de Nanotecnología (Universidad de Salamanca).

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: No requiere presencialidad. Si fuera necesario, la supervisión podría llevarse a cabo por medios telemáticos.

### 2- TÍTULO: **Uniones túnel de tipo foto-memristor para computación neuromórfica.**

TITLE: Photo-memristive tunnel junctions for neuromorphic computing.

DIRECTOR/A: Alberto Rivera Calzada ([alberto.rivera@ucm.es](mailto:alberto.rivera@ucm.es)) y Víctor Rouco Gómez ([vrouco@ucm.es](mailto:vrouco@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales (UCM)

RESUMEN: Se propone la fabricación y el estudio de una serie de muestras de dispositivos foto-memristores, que imitan el comportamiento neuronal y tienen aplicación en computación neuromórfica. Estos dispositivos están basados en uniones túnel de electrodo inferior ferromagnético medio metal, aislante ferroeléctrico ultradelgado, y electrodo superior transparente:  $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3/\text{BaTiO}_3/\text{ITO}$ . Se estudiará el origen de los mecanismos responsables de la conmutación de la resistencia del memristor al iluminar con luz UV.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizaría una revisión bibliográfica de los artículos más relevantes del área. Se redactaría un amplio resumen del tema, y se propondrán las líneas de investigación más prometedoras para el futuro. Por otro lado, se realizarían nuevos programas mediante lenguaje LabVIEW para la automatización de la caracterización del transporte eléctrico y la conmutación de la resistencia bajo iluminación.

**TRABAJO PREASIGNADO**

### 3- TÍTULO: **Efecto ratchet magnético en nanohilos**

TITLE: Magnetic ratchet effect in nanowires.

DIRECTOR/A: Lucas Pérez García ([lucas.perez@ucm.es](mailto:lucas.perez@ucm.es)) y Sandra Ruiz Gómez ([sruiz@cells.es](mailto:sruiz@cells.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: EXPERIMENTAL

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales (UCM) e IMDEA Nanociencia.

RESUMEN: Habitualmente, el ciclo de histéresis que describe el comportamiento ferromagnético de los materiales es simétrico. En este trabajo exploraremos la posibilidad de introducir asimetrías introduciendo un gradiente de composición en la dirección axial de nanohilos ferromagnéticos. Estudiaremos las propiedades estructurales y magnéticas de los mismos, tanto con medidas experimentales en Madrid como analizando medidas realizadas en el sincrotrón ALBA.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizarían dos tipos de actividades: (1) análisis de datos experimentales de nanohilos similares, ya disponibles en el grupo de investigación y (2) realización de simulaciones micromagnéticas que permitan anticipar las propiedades de los nanohilos.

4- **TÍTULO: Magnetismo en nanohilos con estructura core-shell**

TITLE: Magnetism in core/shell nanowires

DIRECTOR/A: Lucas Pérez García ([lucas.perez@ucm.es](mailto:lucas.perez@ucm.es)) y Sandra Ruiz Gómez ([sruiz@cells.es](mailto:sruiz@cells.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: EXPERIMENTAL

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales, UCM.

RESUMEN: El objetivo del trabajo es el estudio del acoplamiento ferromagnético en hilos con estructura core/shell (FeNi/Au/Co). Fabricaremos los nanohilos y realizaremos una caracterización estructural y magnética de los mismos en función del espesor de la capa intermedia de Au. Una selección se enviará al sincrotrón ALBA, donde se realizarán medidas de XMCD y/o TXM, desde donde enviarán las medidas que serán analizadas durante el desarrollo del trabajo, para completar el estudio de los acoplamientos.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizarían dos tipos de actividades: (1) análisis de datos experimentales de nanohilos similares, ya disponibles en el grupo de investigación y (2) realización de simulaciones micromagnéticas que permitan anticipar las propiedades de los nanohilos (para realizar el trabajo experimental posteriormente si se recuperara la presencialidad).

5- **TÍTULO: Estudio de nanopartículas de carbono amorfo hidrogenado, como análogos de los granos de polvo presentes en el medio interestelar.**

TITLE: Study of hydrogenated amorphous carbon nanoparticles as interstellar dust analogues.

DIRECTOR/A: María Belén Maté Naya, [belen.mate@csic.es](mailto:belen.mate@csic.es)

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Física Molecular. Instituto de Estructura de la Materia, CSIC.

RESUMEN: Nanopartículas de polvo carbonáceo análogas a las presentes en nubes densas del medio interestelar se generarán en plasmas inductivos y capacitivos de metano o acetileno. La estructura (fracción aromática/alifática) y morfología (tamaño y ordenación de las nanopartículas) depende de las propiedades del plasma. Su caracterización se realizará con espectroscopía IR, Raman, y mediante SEM y AFM. Se estudiará también la adsorción, difusión y reactividad de volátiles en su superficie, a 10-100 K.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se simularían distintas estructuras carbonáceas mediante el paquete de software CASTEP de Molecular Studio, disponible en el CSIC. Además, el alumno estudiaría los fundamentos de las técnicas experimentales que se planeaba usar y la información que podrían habernos proporcionado en nuestro proyecto. Por último, se realizaría un estudio bibliográfico de lo publicado hasta la fecha sobre el tema propuesto.

**TRABAJO PREASIGNADO**

6- **TÍTULO: Modulación de absorción de microondas mediante plataformas de sensado compuestas por microhilos magnéticos amorfos.**

TITLE: Microwave absorption modulation by sensing platforms composed of amorphous magnetic microwires.

DIRECTOR/A: Pilar Marín Palacios ([mpmarin@ucm.es](mailto:mpmarin@ucm.es)) y Jesús López Sánchez ([jesus.lopez@ucm.es](mailto:jesus.lopez@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM)

RESUMEN: Diferentes plataformas de sensado compuestas por arrays de microhilos magnéticos amorfos basados en Cobalto serán diseñadas con el objetivo de optimizar la señal de absorción de microondas. Se realizarán estudios de modulación de la señal en función del número de microhilos, su disposición, y en función de campos aplicados DC y AC. Se pretende presentar novedosas estrategias de sensado wireless controladas mediante las propiedades estructurales y magnéticas del sistema.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se haría una revisión bibliográfica del estado del arte.

**7- TÍTULO: Desarrollo de biosensores para detección de gases utilizando resonancia magnetoelástica de microhilos magnéticos.**

TITLE: Magnetic biosensors based on magnetoelastic resonance of magnetic microwires for gas detection.

DIRECTOR/A: Pilar Marín Palacios ([mpmarin@ucm.es](mailto:mpmarin@ucm.es)) y Mari Carmen Horrillo Güemmes ([carmenhorrillo@ifa.cetef.csic.es](mailto:carmenhorrillo@ifa.cetef.csic.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA-UCM)

RESUMEN: En este trabajo se utilizará la resonancia magnetoelástica de microhilos magnéticos amorfos para el desarrollo de biosensores de moléculas volátiles. La gran ventaja de estos materiales es la posibilidad de sensorizar sin contactos. Los microhilos magnéticos se funcionalizarán con polímeros (PDMS, Polietilenglicol) con capacidad de adsorción de gases. Las modificaciones en la masa del polímero en función de la concentración del gas serán detectadas a través de los cambios que se observen en la frecuencia de resonancia del microhilo magnético. Se trabajará con gases contaminantes directamente relacionados con el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizarán simulaciones teóricas de la frecuencia característica para microhilos magnéticos con diferentes geometrías así como de la influencia del aumento de la masa debida al polímero en dicho efecto. Se utilizará un método Análisis de Elementos Finitos (FEM). Se consideran ondas elásticas puras propagándose a lo largo de los microhilos magnéticos.

**8- TÍTULO: Desarrollo de rejillas de difracción de microondas sintonizables con campo magnético.**

TITLE: Development of tunable microwave diffraction gratings with magnetic field

DIRECTOR/A: Pilar Marín Palacios ([mpmarin@ucm.es](mailto:mpmarin@ucm.es)) y Fernando Gálvez Alonso ([fergalonso@fis.ucm.es](mailto:fergalonso@fis.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM)

RESUMEN: Se trata de realizar estudios sobre magnetoimpedancia gigante en microondas para microhilos magnéticos. Se fabricarán "arrays" tridimensionales de microhilos magnéticos con objeto de fabricar rejillas de difracción equivalentes a las que se utilizan en óptica y son bastante importantes como como multiplexores ópticos y procesadores de señal, así como para control remoto. En este escenario, el resultado de la investigación sería la fabricación de la primera rejilla de difracción sintonizable a través de campo magnético para radiación de microondas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizarían simulaciones teóricas sobre difracción de microondas por redes de hilos.

**TRABAJO PREASIGNADO**

**9- TÍTULO: Síntesis sol-gel y caracterización de carburos de Hierro/Disproso.**

TITLE: Sol-gel synthesis and characterization of Iron/Dysprosium carbides.

DIRECTOR/A: Elena Navarro Palma ([enavarro@ucm.es](mailto:enavarro@ucm.es)) y Jesús López Sánchez ([jesus.lopez@ucm.es](mailto:jesus.lopez@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Magnetismo Aplicado (IMA-UCM)

RESUMEN: Se sintetizarán carburos de Fe/Dy mediante sol-gel para obtener nanoestructuras con propiedades magnéticas y estructurales desconocidas hasta la fecha. El Dy es el elemento de la tabla periódica con mayor momento magnético por átomo. En estado puro y en volumen es paramagnético a temperatura ambiente, antiferromagnético entre 85 K y 179 K y ferromagnético por debajo de 85 K. Se medirán las fases magnéticas de los nanocarburos de Fe/Dy sintetizados desde temperatura ambiente hasta 5 K mediante magnetometría además de realizar una caracterización estructural y morfológica completa.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se haría una revisión bibliográfica del estado del arte.

10- TÍTULO: **Síntesis, caracterización y modelización de nanoestructuras basadas en carburos de Fe con sustituciones de Mn y Co.**

TITLE: Synthesis, characterization and modeling of nanostructures based on Fe-carbons with Mn and Co substitutions.

DIRECTOR/A: César González Pascual ([cesar.gonzalez@ucm.es](mailto:cesar.gonzalez@ucm.es)) y Elena Navarro Palma ([enavarro@ucm.es](mailto:enavarro@ucm.es)).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: mixto

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM)

RESUMEN: Se sintetizarán aleaciones ferromagnéticas por el método sol-gel con dimensiones nanométricas a partir de precursores orgánicos. Partiendo de la cementita, se incorporarán inclusiones de Mn y Co para modificar las propiedades de ésta. Las muestras sintetizadas se caracterizarán por microscopía SEM Y TEM, difracción de RX y magnetometría FONER. Asimismo, se hará un estudio teórico en el marco de la teoría del funcional de la densidad (DFT) de las propiedades magnéticas y la estabilidad energética de las aleaciones obtenidas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se reduciría la parte experimental haciendo más hincapié en las simulaciones teóricas.

11- TÍTULO: **Simulación de moléculas absorbidas en grafeno con defectos**

TITLE: Molecular adsorption on defective graphene: A theoretical study.

DIRECTOR/A: César González ([cesar.gonzalez@ucm.es](mailto:cesar.gonzalez@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM)

RESUMEN: Medidas experimentales muestran que el grafeno obtenido tras moler grafito posee una prometedora aplicación como sensor NO<sub>2</sub>. Con simulaciones basadas en la teoría del funcional de la densidad (DFT), se estudiará el cambio de las propiedades electrónicas con la absorción de NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y H<sub>2</sub>O en los defectos (vacantes y bordes) del grafeno. Se harán simulaciones de dinámica molecular para entender lo que ocurre en el sistema a temperatura ambiente.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Las simulaciones propuestas en este trabajo podrán ser realizadas en ordenadores personales y la presencialidad no es estrictamente necesaria. Las comunicaciones con el supervisor pueden llevarse a cabo por videoconferencia si la presencialidad no es posible.

12- TÍTULO: **Sensores fototérmicos.**

TITLE: Photothermal sensors.

DIRECTORES: Patricia de la Presa ([pmpresa@ucm.es](mailto:pmpresa@ucm.es)) – Rosa Weigand ([weigand@fis.ucm.es](mailto:weigand@fis.ucm.es))

TRABAJO TEÓRICO O EXPERIMENTAL: Experimental.

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM) – Departamento de Óptica (UCM)

RESUMEN: El objetivo principal es sintetizar nanopartículas de magnetita (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) dopadas con Er<sup>3+</sup>, Yb<sup>3+</sup> y/o Nd<sup>3+</sup> con el objetivo de estudiar la respuesta térmica y lumínica bajo irradiación infrarroja. Los óxidos de hierro liberan energía térmica cuando son irradiados en la región del infrarrojo, y los iones de tierras raras emiten fluorescencia que puede utilizarse para determinar la localización de las nanopartículas. Este sistema puede utilizarse para el tratamiento del cáncer por fototermia.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Las directoras proveerán a los estudiantes de los resultados experimentales para que pudieran realizar el análisis de datos y la discusión de resultados.

13- TÍTULO: **Nanosensores de ondas de spin**

TITLE: Spinwave nanosensors.

DIRECTORES: Daniel Matategui ([d.m@csic.es](mailto:d.m@csic.es)) - Patricia de la Presa ([pmpresa@ucm.es](mailto:pmpresa@ucm.es))

TRABAJO TEÓRICO O EXPERIMENTAL: Experimental.

LUGAR DE REALIZACIÓN: ITEFI (CSIC), Instituto de Magnetismo Aplicado-UCM

RESUMEN: El objetivo principal es participar en el desarrollo de nanosensores basados en ondas de espín, siendo una nueva tecnología de sensores que combina dispositivos de ondas de espín con materiales magnéticos nanoestructurados, que permita implementar nuevos microsistemas analíticos fiables, de muy bajo costo, muy alta sensibilidad y un corto tiempo de respuesta para monitorizar especies químicas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Desarrollo de simulaciones bajo las plataformas de Comsol y Matlab. Este trabajo se basaría en la conceptualización de nuevos prototipos y optimización de sensores en base a la interacción de ondas magnetoestáticas de espín con nanoestructuras magnéticas.

14- TÍTULO: **Óxidos semiconductores con aplicaciones en fotocatalisis**

TITLE: Semiconductor oxides for photocatalytic applications

DIRECTOR/A: Paloma Fernández Sánchez ([arana@ucm.es](mailto:arana@ucm.es)) y Belén Sotillo Buzarra ([bsotillo@ucm.es](mailto:bsotillo@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales-UCM

RESUMEN: Los óxidos semiconductores son materiales idóneos para actuar como fotocatalizadores. Actualmente uno de los retos en este campo es la ampliación del rango energía de la radiación utilizada. En este trabajo se procederá a determinar las condiciones óptimas de trabajo del reactor de fotocatalisis, realizando las medidas con distintos óxidos.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se trabajaría sobre el análisis de datos obtenidos previamente y se realizaría un trabajo bibliográfico.

**TRABAJO PREASIGNADO**

15- TÍTULO: **Estudio de ZnO:Gd para aplicaciones optoelectrónicas**

TITLE: Characterization of the system ZnO:Gd for optoelectronic applications

DIRECTOR/A: Paloma Fernández Sánchez ([arana@ucm.es](mailto:arana@ucm.es)) y Ana Urbieta Quiroga ([anaur@ucm.es](mailto:anaur@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales (UCM)

RESUMEN: Se estudiará el sistema de ZnO dopado con diferentes proporciones de Gd. Los óxidos semiconductores dopados con tierras raras tienen un gran potencial de aplicación en dispositivos optoelectrónicos por lo que se hará especial énfasis en la caracterización de las propiedades luminiscentes.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se trabajaría sobre el análisis de datos obtenidos previamente y se realizaría un trabajo bibliográfico

**TRABAJO PREASIGNADO**

16- TÍTULO: **Manipulación de la anisotropía magnética de aleaciones magnetostrictivas mediante efectos de sustrato**

TITLE: Tailoring the magnetic anisotropy of magnetostrictive alloys by buffer layers

DIRECTOR/A: Silvia Gallego Queipo ([sgallego@icmm.csic.es](mailto:sgallego@icmm.csic.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC. c/ Sor Juana Inés de la Cruz 3, 28049 Cantoblanco, Madrid.

RESUMEN: La manipulación de la anisotropía magnética de materiales magnetostrictivos presenta un gran interés tecnológico. Entre estos materiales destacan las aleaciones FeGa. Su crecimiento en lámina delgada sobre sustratos magnéticos permite inducir de forma controlada cambios en sus propiedades, y en particular, en la anisotropía magnética, a partir de efectos de interacción con el sustrato. Exploraremos estos efectos mediante simulaciones *ab initio* del sistema FeGa/Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> basadas en la teoría de funcional de densidad.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Las simulaciones se realizarán de manera remota en los clusters de computación del grupo, por lo que el trabajo no requiere presencialidad. Además, el CSIC dispone de herramientas para mantener reuniones virtuales que permitan la interacción del alumno/a con la supervisora en caso de ser necesario.

**17- TÍTULO: Crecimiento y caracterización mediante microscopía electrónica de sistemas basados en óxidos de FeGa.**

TITLE: Growth and characterization by electron microscopy of FeGa-based oxide systems  
DIRECTOR/A (nombre y email): Nevenko Biskup Zaja ([nbiskup@pdi.ucm.es](mailto:nbiskup@pdi.ucm.es)) y Rocío Ranchal Sánchez Rocío Ranchal ([rociran@fis.ucm.es](mailto:rociran@fis.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Física de Materiales/Centro Nacional de Microscopía, UCM.

RESUMEN: Cuando se han crecido muestras por electrodeposición en un intento de obtener GaFeO<sub>3</sub>, se ha observado una fuerte segregación de fases mediante difracción de rayos-X. Queda abierta la pregunta de como es esta segregación a nivel más local, cómo se produce el acoplamiento de las diferentes fases a nivel estructural, y si podemos optimizar el crecimiento para llegar a un sistema monofásico de GaFeO<sub>3</sub>. Por tanto, este trabajo consiste en aprender microscopía electrónica (de barrido y/o transmisión), para analizar muestras crecidas con el objetivo de obtener GaFeO<sub>3</sub>. Las muestras podrán ser crecidas por otras técnicas además de electrodeposición.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se analizarían las medidas ya realizadas previamente o posibles simulaciones.

**18- TÍTULO: Crecimiento y caracterización física de capas metálicas**

TITLE: Growth and physical characterization of metallic films

DIRECTOR/A: Rocío Ranchal Sánchez, [rociran@fis.ucm.es](mailto:rociran@fis.ucm.es)

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Física de Materiales, UCM

RESUMEN: En los últimos años las capas de FeGa han despertado un gran interés por sus propiedades magnetostrictivas que permiten acoplar la deformación mecánica con la imanación. Con este TFM se pretende seguir avanzado en el conocimiento de este material en forma de película delgada. Para ello, se crecerán capas con espesor variable que serán posteriormente analizadas mediante diferentes técnicas experimentales, algunas de las cuales necesitan ponerse a punto.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se analizarían las medidas ya realizadas previamente, se haría un estudio bibliográfico, o se considerarían posibles simulaciones.

**19- TÍTULO: Nanomateriales en baterías.**

TITLE: Nanomaterials in batteries

DIRECTOR/A: Bianchi Méndez ([bianchi@ucm.es](mailto:bianchi@ucm.es)), David Maestre [dmaestre@ucm.es](mailto:dmaestre@ucm.es) y María Taeño [m.taeno@ucm.es](mailto:m.taeno@ucm.es).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento Física de Materiales-UCM.

RESUMEN: Uno de los problemas en las prestaciones de las baterías convencionales es la degradación de los electrodos tras muchos ciclos de carga. En este TFM, se propone el estudio de materiales nanoestructurados que formen parte de baterías redox de flujo o bien de baterías de iones-Li que puedan ser competitivas con las convencionales. El estudiante llevará a cabo la caracterización micro-estructural y óptica de los nanomateriales involucrados en el diseño de las baterías. El trabajo se realiza en colaboración con una empresa de base tecnológica.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se utilizarían herramientas de software de física de estado sólido que permiten simular los procesos físicos involucrados.

20- TÍTULO: **Propiedades semiconductoras de óxidos metálicos de estaño y cobre.**

TITLE: Semiconducting properties of Sn and Cu metallic oxides

DIRECTOR/A: David Maestre ([dmaestre@ucm.es](mailto:dmaestre@ucm.es)) y Ana Cremades ([cremades@fis.ucm.es](mailto:cremades@fis.ucm.es)).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento Física de Materiales (UCM).

RESUMEN: Los avances en nanoelectrónica y el desarrollo de nuevos dispositivos optoelectrónicos basados en materiales transparentes requieren de uniones p-n, para lo que pueden emplearse los óxidos considerados en este trabajo. En este TFM, se propone el estudio de materiales nanoestructurados basados en óxidos metálicos de estaño y cobre y su sistema ternario midiendo algunas de sus propiedades de conducción mediante el efecto Hall así como el efecto Hall bajo iluminación con un módulo fotónico. El estudiante llevará a cabo la preparación de muestras, así como la caracterización microestructural, eléctrica y óptica de los nanomateriales involucrados, empleando diferentes técnicas de caracterización.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se aportarían al alumno algunos resultados previos para su análisis y/o se utilizarían herramientas de software de física de estado sólido que permitan simular los procesos físicos involucrados.

21- TÍTULO: **Crecimiento y caracterización de heteroestructuras de  $\text{In}_2\text{Ge}_2\text{O}_7/\text{GeO}_2$  con aplicaciones optoelectrónicas.**

TITLE: Growth and characterization of  $\text{In}_2\text{Ge}_2\text{O}_7 / \text{GeO}_2$  heterostructures with optoelectronic applications.

DIRECTOR/A: Pedro Hidalgo Alcalde ([phidalgo@ucm.es](mailto:phidalgo@ucm.es)) y Bianchi Méndez Martín ([bianchi@ucm.es](mailto:bianchi@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad de Ciencias Físicas y Facultad de Ciencias Químicas.

RESUMEN: En este trabajo se crecerán heteroestructuras de  $\text{In}_2\text{Ge}_2\text{O}_7/\text{GeO}_2$  basadas en nanohilos y/o nanocintas por métodos térmicos y se caracterizarán mediante microscopía electrónica y diferentes técnicas ópticas. Se investigará los mecanismos de formación de las heteroestructuras complejas en procesos de un solo paso. Estos nanomateriales basados en semiconductores WBG (wide band gap) tienen aplicaciones en fotodetectores de UV, fósforos, sensores químicos o en fotocatalisis.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizaría un estudio teórico de la aplicación de mecanismos de crecimiento que pueden dar lugar a heteroestructuras que contienen nanohilos y/o nanocintas.

22- TÍTULO: **Nueva generación de cátodos en futuras baterías RMB basadas en nanopartículas de germanatos.**

TITLE: New generation of cathodes in future RMB batteries based on germanate nanoparticles.

DIRECTOR/A: Pedro Hidalgo Alcalde ([phidalgo@ucm.es](mailto:phidalgo@ucm.es)) y Julio Ramírez Castellanos ([jrcastel@quim.ucm.es](mailto:jrcastel@quim.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad de Ciencias Físicas y Facultad de Ciencias Químicas

RESUMEN: Los sistemas de Micro Almacenamiento de Energía en Edificios (MESB) basados en baterías recargables de magnesio (RMB) son sistemas alternativos a la tecnología actual basada en litio (LIB). En este trabajo se pretende desarrollar un nuevo material basado en germanio para el desarrollo de futuras baterías RMB. Se realizará la síntesis química de nanopartículas de este material junto con una caracterización estructural y óptica de las mismas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se haría un estudio comparativo de nanopartículas de germanatos preparados, anteriormente, mediante diferentes métodos de síntesis con

el propósito de correlacionar las características microestructurales con las propiedades optoelectrónicas, que permitan optimizar y mejorar los materiales de cara a su aplicación en baterías.

**23- TÍTULO: Nueva generación de materiales termoeléctricos basados en Germanio.**

TITLE: New generation of Germanium-based thermoelectric materials.

DIRECTOR/A: Ruth Martínez Casado ([mariarum@ucm.es](mailto:mariarum@ucm.es)) y Pedro Hidalgo Alcalde ([phidalgo@ucm.es](mailto:phidalgo@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico y Experimental.

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad de Ciencias Físicas y Facultad de Ciencias Químicas.

RESUMEN: El trabajo TFM propuesto estará basado en la caracterización mediante diferentes técnicas experimentales, así como el estudio mediante la teoría del funcional de la densidad (DFT) de una nueva generación de materiales termoeléctricos basados en Germanio. Se comenzará con el crecimiento de dichos materiales y posteriormente se realizarán medidas experimentales compaginándolas con simulaciones basadas en el DFT.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se haría más énfasis en el estudio teórico de los materiales mediante Teoría del Funcional de Densidad determinando sus propiedades de conductividad térmica y electrónica, así como el valor de su coeficiente Seebeck para poder establecer su figura de mérito.

**24- TÍTULO: Modificación mediante bombardeo iónico de las propiedades magnéticas y de transporte en heteroestructuras crecidas en forma de multicapa.**

TITLE: Modification of the transport and magnetic properties on multilayered heterostructures by ion bombardment.

DIRECTOR/A: Óscar Rodríguez, Álvaro Muñoz ([alvaro.munoz.noval@ucm.es](mailto:alvaro.munoz.noval@ucm.es)) y Elvira M. González ([cygnus@ucm.es](mailto:cygnus@ucm.es)).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad de Ciencias Físicas (UCM).

RESUMEN: En este trabajo de fin de máster se propone un estudio sistemático de el efecto del bombardeo iónico en las propiedades magnéticas y de transporte en heteroestructuras con anisotropía magnética perpendicular y/o otras con acoplo tipo antiferro artificial y/o sistemas tipo spring-magnet. Si las condiciones sanitarias lo permiten, proponemos al alumno fabricar multicapas magnéticas mediante pulverización catódica con anisotropía magnética controlada y otros sistemas en los que la interacción magnética se modula en función de la configuración de las capas, los parámetros de crecimiento y cómo esta interacción se modifica mediante el bombardeo por haces de iones. La caracterización magnética, de transporte y estructural se llevará a cabo por distintas técnicas, que incluyen reflectometría de rayos X, difracción de rayos X, técnicas de magneto transporte, microscopía de fuerzas magnéticas y diversas técnicas de magnetometría. Se realizará además un estudio bibliográfico en profundidad del estado del arte.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se reforzaría el aspecto de investigación bibliográfica, así como se ampliaría el trabajo con simulaciones. Si ha sido posible realizar experimentos, el análisis de datos se realizaría de forma no presencial.

**TRABAJO PREASIGNADO**

**25- TÍTULO Desarrollo de termometría a escala nanométrica mediante técnicas espectroscópicas de rayos X: diseño experimental y análisis de datos**

TITLE: Development of a nano-scale thermometry by X-ray spectroscopies: experimental design and data analysis.

DIRECTOR/A: Álvaro Muñoz ([alvaro.munoz.noval@ucm.es](mailto:alvaro.munoz.noval@ucm.es)) y Ana Espinosa ([ana.espinosa@imdea.org](mailto:ana.espinosa@imdea.org))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad de Ciencias Físicas (UCM) e IMDEA-Nanociencia.

RESUMEN: En multitud de situaciones se requiere la determinación precisa de la temperatura en objetos a escala nanométrica, como es el caso de nanopartículas en terapias de hipertermia, procesos catalíticos, etc. En este trabajo de fin de máster proponemos al alumno participar en el diseño de una celda de hipertermia compatible con experimentos de espectroscopía de rayos X sincrotrón. Si la situación sanitaria lo permite, se realizarán experimentos in situ y un análisis de los datos experimentales, evaluando la posibilidad de determinar la temperatura de las nanopartículas a partir de espectros de absorción.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizaría un estudio en profundidad de la bibliografía existente sobre de la física de la transferencia de calor a nano-escala en sistemas de nanopartículas. Si ha sido posible realizar experimentos existe la posibilidad de realizar el análisis de datos y las simulaciones de forma no presencial.

**26- TÍTULO: Interacción entre vórtices superconductores y skyrmiones magnéticos en hetero-estructuras superconductor/ferromagnético.**

TITLE: Interaction between superconducting vortices and magnetic skyrmions in superconductor/ferromagnet heterostructures.

DIRECTOR/A: Mariela Menghini ([mariela.menghini@imdea.org](mailto:mariela.menghini@imdea.org)), Álvaro Muñoz Noval ([alvaro.munoz.noval@ucm.es](mailto:alvaro.munoz.noval@ucm.es)) y Elvira Gonzalez ([cygnus@ucm.es](mailto:cygnus@ucm.es)).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Física de Materiales – UCM e IMDEA Nanociencia

RESUMEN El estudio de hetero-estructuras formadas por diferentes tipos de materiales es muy interesante ya que pueden dar lugar a fenómenos que no están presentes en las partes individuales que las componen. El objetivo de la propuesta es investigar la posibilidad de manipular skyrmiones magnéticos en hetero-estructuras superconductor/ferromagnético, utilizando los vórtices generados por un campo magnético en el material superconductor. La capacidad de controlar skyrmiones magnéticos a voluntad, puede ser de gran importancia para el desarrollo de dispositivos de espintrónica o memorias magnéticas. Este trabajo de fin de máster incluye la fabricación de las heteroestructuras y la caracterización de las mismas a través de medidas de magneto-transporte a temperaturas bajas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizaría un estudio bibliográfico en profundidad de heteroestructuras superconductor/ferromagnéticos con particular énfasis en la interacción entre vórtices superconductores y skyrmiones magnéticos.

**27- TÍTULO: Estudio de las propiedades estructurales y magnéticas de nanopartículas de Co<sub>2</sub>C**

TITLE: Study of the structural and magnetic properties of Co<sub>2</sub>C and Co<sub>3</sub>C nanoparticles.

DIRECTOR/A: Jesús López Sánchez ([jesus.lopez@ucm.es](mailto:jesus.lopez@ucm.es)) y Noemí Carmona Tejero ([n.carmona@fis.ucm.es](mailto:n.carmona@fis.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad de Ciencias Físicas e Instituto de Magnetismo Aplicado (UCM).

RESUMEN: Las nanopartículas basadas en carburo de Co (Co<sub>2</sub>C y Co<sub>3</sub>C) presentan una enorme respuesta magnética, son altamente electrocatalíticas y son muy estables frente a la corrosión. Sin embargo, son difíciles de obtener en fase pura y no existen recetas químicas en la literatura. En este trabajo, se establece una estrategia de preparación de nanopartículas de Co<sub>2</sub>C y Co<sub>3</sub>C a partir de precursores orgánicos para estudiar su evolución en sus propiedades estructurales y magnéticas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se haría una revisión bibliográfica del estado del arte.

**28-TÍTULO: Efecto de la interacción plasmónica de nanopartículas metálicas de Au y Ag**

TITLE: Effect of plasmonic interaction of Au and Ag metal nanoparticles

DIRECTOR/A: Aída Serrano Rubio ([aida.serrano@icv.csic.es](mailto:aida.serrano@icv.csic.es)) y Noemí Carmona Tejero ([n.carmona@fis.ucm.es](mailto:n.carmona@fis.ucm.es)).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC) y Departamento de Física de Materiales (UCM)

RESUMEN: En este trabajo fin de máster se explorará la respuesta plasmónica de nanopartículas metálicas Au/Ag para su utilización en aplicaciones actuales como filtros de color, sensores o catálisis. Para ello se tendrán en consideración las propiedades morfológicas y estructurales de las nanoestructuras y se establecerá una correlación entre los parámetros de crecimiento y las propiedades físicas del sistema.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizaría una revisión bibliográfica y se harán simulaciones de varios de los sistemas propuestos con el programa COMSOL.

**29- TÍTULO: Preparación de nanoestructuras tipo POSS con propiedades omnifóbicas.**

TITLE: Preparation of POSS-type nanostructures with omniphobic properties.

DIRECTORES: Óscar Rodríguez de la Fuente ([osrodrig@ucm.es](mailto:osrodrig@ucm.es)) y Noemí Carmona Tejero ([ncarmona@ucm.es](mailto:ncarmona@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales de la Facultad de Físicas (UCM)

RESUMEN: Los materiales con propiedades anfifóbicas son muy interesantes en la actualidad para sectores industriales como el aeronáutico y el eólico. En el presente trabajo se prepararán derivados de las nanoestructuras POSS (polyhedral oligomeric silsesquioxane) en forma de aerogeles y se estudiarán sus propiedades estructurales, hidrofóbicas y oleofóbicas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se haría una revisión bibliográfica del estado del arte.

**30- TÍTULO: Estudio de la respuesta plasmónicas de nanopartículas metálicas en diferentes entornos para aplicaciones biomédicas**

TITLE: Study of the plasmonic response of metallic nanoparticles in different environments for biomedical applications

DIRECTOR/A: Ana Espinosa ([ana.espinosa@imdea.org](mailto:ana.espinosa@imdea.org)) y Aída Serrano Rubio ([aida.serrano@icv.csic.es](mailto:aida.serrano@icv.csic.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico y experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: IMDEA Nanociencia e Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC)

RESUMEN: Cuando las nanopartículas plasmónicas se incorporan en medios biológicos, sus espectros ópticos pueden modificarse como resultado de su interacción con el medio, posible aglomeración de las mismas y consecuente acoplamiento plasmónico. Estas modificaciones deben tenerse en cuenta en el diseño de nuevas terapias en Nanomedicina. En este trabajo de fin de máster, se explorará la respuesta foto-inducida de nanopartículas metálicas en diferentes entornos de complejidad biológica, estableciendo una correlación entre los parámetros del entorno de la partícula y de las propiedades físicas del sistema.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: El trabajo tiene una parte de estudio fundamental mediante simulación y validación de resultados experimentales. En el caso que no se pudieran llevar a cabo las tareas experimentales se realizará una revisión bibliográfica de estos nanomateriales en aplicaciones biomédicas y se dará más peso a las simulaciones mediante el programa COMSOL.

**TRABAJO PREASIGNADO**

**31- TÍTULO: Ingeniería de membranas 2D de matriz mixta para producción de agua.**

TITLE: 2D mixed matrix membrane engineering for water production.

DIRECTOR/A: Mohamed Khayet ([khayetm@fis.ucm.es](mailto:khayetm@fis.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (Facultad de Ciencias Físicas, UCM).

RESUMEN: El objetivo principal del trabajo es el diseño, preparación y caracterización de membranas 2D de matriz mixta basadas en nano-hojas apiladas de disulfuro de molibdeno (MoS<sub>2</sub>) y óxido de grafeno (GO). Se utilizarán agentes de reticulación "crosslinkers" de diferentes tamaños para investigar su efecto sobre el entrecruzamiento y el espacio-*d* formado entre las nano-hojas "*d*-spacing". Las membranas serán caracterizadas por medio de diferentes técnicas (ATR-FTIR, XRD, TEM, etc.) y se estudiará el efecto de la temperatura sobre sus características y propiedades de transporte de moléculas de agua a través de ellas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Estudio bibliográfico de diferentes tipos de membranas 2D (métodos de fabricación, técnicas de caracterización y aplicaciones) y desarrollo de modelos de transporte de moléculas de agua entre nano-hojas.

**32- TÍTULO: Transporte de vapor de agua a través de redes nanofibrosas.**

TITLE: Water vapor transport through nanofibrous webs.

DIRECTOR/A: Mohamed Khayet ([khayetm@fis.ucm.es](mailto:khayetm@fis.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica (Facultad de Ciencias Físicas, UCM).

RESUMEN: Redes nanofibrosas se emplean en diferentes dispositivos y aplicaciones (en ropa de protección, nano-sensores, micro- y nano-electrónica, medicina, blindaje electromagnético, filtración, etc.). En este trabajo se pretende estudiar el transporte de vapor de agua a través de estos nano-materiales y desarrollar un modelo teórico capaz de predecir el flujo de vapor de agua conociendo los parámetros de la red (espacio entre-nanofibras, fracción de volumen vacío, tamaño de la nanofibra, espesor de la red, etc.) y temperatura.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se puede llevar a cabo online.

**33- TÍTULO: Síntesis y caracterización de nanopartículas teragnósticas.**

TITLE: Synthesis and characterization of theranostic nanoparticles.

DIRECTOR/A: Samuel España ([sespana@ucm.es](mailto:sespana@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica. Facultad CC. Físicas UCM.

RESUMEN: El objetivo del trabajo es el estudio de diversas nanopartículas para su utilización en el diagnóstico y terapia en la clínica. Para ello se realizará en primer lugar un estudio bibliográfico sobre el tema y posteriormente se definirá una estrategia a seguir incluyendo la síntesis de diversas nanopartículas y su caracterización. Durante el trabajo se buscarán las condiciones óptimas que permitan su utilización para la aplicación deseada.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Simulaciones Monte Carlo relacionadas con el tema en el que se basa el TFM

**34- TÍTULO: Diseño computacional de electrodos para baterías recargables.**

TITLE: Computational design of electrode materials for rechargeable batteries

DIRECTOR/A: Elena Arroyo de Dompablo ([e.arroyo@quim.ucm.es](mailto:e.arroyo@quim.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Química Inorgánica

RESUMEN: En este trabajo se investigarán materiales con utilidad como electrodo positivo para baterías recargables de Li, Na o K. Mediante técnicas computacionales basadas en la Teoría del Funcional de la

Densidad (DFT en la literatura inglesa) se estudiarán las propiedades de interés (voltaje, capacidad, conductividad electrónica) de diversos fluoruros de metales de transición.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Por tratarse de un estudio computacional la presencialidad se limitará al aprendizaje del uso del programa de cálculo (VASP). Este aprendizaje requiere presencialidad de al menos 10 horas.

**35- TÍTULO: Diagrama de fases para estados de Hall cuánticos enteros en grafeno**

TITLE: Phase diagram for integer quantum Hall states in graphene.

DIRECTORES: Juan Ramón Muñoz de Nova ([jrmnova@fis.ucm.es](mailto:jrmnova@fis.ucm.es)) y Fernando Sols Lucia ([f.sols@fis.ucm.es](mailto:f.sols@fis.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad de Ciencias Físicas.

RESUMEN: El objetivo es estudiar los distintos estados Hall cuánticos enteros dentro del nivel cero de Landau del grafeno. Se derivarán los diagramas de fase para distintos números de llenado enteros con la ayuda de la aproximación de campo medio de Hartree-Fock, poniendo especial énfasis en la caracterización de las simetrías de las distintas fases y su potencial manipulación experimental.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Trabajo teórico, no requiere presencialidad.

**36- TÍTULO: Simulación cuántica con átomos fríos**

TITLE: Quantum simulation with cold atoms.

DIRECTOR/A: Charles Creffield [c.creffield@fis.ucm.es](mailto:c.creffield@fis.ucm.es) y Fernando Sols [f.sols@fis.ucm.es](mailto:f.sols@fis.ucm.es)

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto de Física de Materiales-UCM

RESUMEN: Ultracold atoms held in optical lattices ("crystals of light") are extremely clean and controllable quantum systems. We will investigate how driving the lattice can be used to coherently manipulate its parameters, and so use them to simulate lattice systems from condensed matter, such as high temperature superconductors and the quantum Hall effect.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Los supervisores se mantendrán en contacto telemáticamente con el alumno usando Zoom / Hangouts / etc. para monitorear el trabajo y proporcionar comentarios.

**37- TÍTULO: Rectificación de calor en semiconductores piezoeléctrico no recíprocos**

TITLE: Heat rectification in nonreciprocal piezoelectric semiconductors

DIRECTOR/A: Fernando Sols ([f.sols@ucm.es](mailto:f.sols@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Física de Materiales (UCM)

RESUMEN: The application of a dc electric field to a piezoelectric semiconductor can induce a strong anisotropy in the damping rate of phonons. This is the well-known acousto-electric effect. We will study heat rectification in the presence of such effect and the possibility of implementing a novel cooling scheme based on that rectification.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: El trabajo se puede realizar de forma telemática.

**38- TÍTULO: Descripción atomística de los primeros estadios de oxidación del Si cristalino.**

TITLE: Atomistic description of the first stages of the oxidation of crystalline Si.

DIRECTOR/A: Arantzazu Mascaraque Susunaga ([arantzazu.mascaraque@fis.ucm.es](mailto:arantzazu.mascaraque@fis.ucm.es)) y Miguel Ángel González Barrio ([mabarrio@fis.ucm.es](mailto:mabarrio@fis.ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: UCM/IQFR-CSIC/UAM

RESUMEN: El trabajo consiste en el estudio, a partir de datos de fotoemisión, de los primeros estadios de la oxidación de un cristal de Si. Este análisis permitirá determinar los lugares preferentes de adsorción y la posible presencia, aún discutida, de oxígeno molecular quimisorbido. El control a escala atómica de las intercaras entre un óxido semiconductor y el sustrato es imprescindible para la fabricación de dispositivos nanoelectrónicos, en particular transistores MOSFET.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se analizarían datos ya existentes de alta resolución de XPS, medidos con radiación sincrotrón, de los niveles O1 s y Si 2p de superficies de Si(100) y Si(111) expuestas a distintas dosis de O<sub>2</sub> para estudiar la dinámica de adsorción. Si la situación sanitaria lo permite, los datos se complementarán con otros medidos por el estudiante.

39- **TÍTULO: Diseño de sales iónicas derivadas de complejos de Eu(III) como soporte de materiales multifuncionales con propiedades cristal líquido, luminescente, y conductividad.**

TITLE: Design of ionic salts based on Eu(III) complexes as a support of multifunctional materials with liquid crystal, luminescence and conductivity properties.

DIRECTOR/A: M. Mercedes Cano ([mmcano@ucm.es](mailto:mmcano@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Laboratorios del departamento de Q. Inorgánica, Facultad de Ciencias Químicas (UCM)

RESUMEN: La propuesta implica la preparación de sales iónicas derivadas de complejos aniónicos de europio(III) como especies mesogénicas que se aislarán con cationes de diferente naturaleza. Se estudiará la influencia del catión en las propiedades cristal líquido (LC), luminescentes y de conductividad, que serán estudiadas y evaluadas por las técnicas adecuadas. El estudio se dirige a establecer las características que conllevan a la optimización de las propiedades de los nuevos materiales polifuncionales.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se realizaría un estudio bibliográfico relativo a la utilidad de los complejos de iones lantánidos como materiales luminescentes. Adicionalmente se deberá realizar una comprobación de los casos aportados que se comportan como materiales LC y se analizarán las características moleculares que favorecen este comportamiento. Finalmente se aportará una breve descriptiva de las características y aplicaciones de los líquidos iónicos (LI) y particularmente de las ventajas de su extrapolación a cristales líquidos iónicos (ILC's) Todo ello dirigido al reconocimiento de nuevos materiales moleculares polifuncionales.

40- **TÍTULO: Resistive switching volátil inducido por movimiento iónico para el desarrollo de neuronas artificiales.**

TITLE: Volatile resistive switching induced by ion motion for the development of artificial neurons

DIRECTOR/A: Miguel Romera ([miromera@ucm.es](mailto:miromera@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Física de Materiales. Ftad. de Físicas (UCM)

RESUMEN: En este trabajo se estudiará la posibilidad de inducir un efecto de resistive switching volátil (cambio de resistencia volátil al aplicar pulsos de voltaje) en un material óxido mediante movimiento iónico (efecto campo). Esto abriría la puerta a desarrollar neuronas artificiales utilizando mecanismos similares a los que tienen lugar en las neuronas biológicas. Este estudio se enmarca en el campo de investigación emergente conocido como Computación Neuromórfica, que propone implementar sistemas de computación energéticamente eficientes inspirados en el cerebro humano.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se propondrá el aprendizaje de las técnicas experimentales relacionadas con el trabajo mediante estudio bibliográfico y el análisis de datos experimentales obtenidos previamente por otros investigadores del grupo. El estudiante analizará dichos datos experimentales y obtendrá las conclusiones pertinentes.

41- TÍTULO: **Sensores de gases conductométricos basados en óxidos binarios: fabricación y determinación de sus mecanismos de sensado.**

TITLE: Conductometric gas sensors based on binary oxides: fabrication and determination of their sensing mechanisms.

DIRECTOR/A: Javier Bartolomé Vílchez ([javibart@ucm.es](mailto:javibart@ucm.es)), Ruth Martínez Casado ([mariarum@ucm.es](mailto:mariarum@ucm.es)) y David Maestre Varea ([dmaestre@ucm.es](mailto:dmaestre@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico y experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales, UCM

RESUMEN: Este trabajo se enfocará en el estudio de los mecanismos físicos involucrados en la respuesta conductora de óxidos binarios semiconductores a la presencia de ciertos gases, para su uso como sensores. El trabajo complementará el estudio experimental de las propiedades físicas y respuesta eléctrica a distintas atmósferas de los sensores fabricados, con cálculos realizados por DFT de los procesos de adsorción y estructura de bandas.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Continuar el trabajo con un mayor énfasis en el trabajo teórico. En caso de necesidad se podrá proporcionar al alumno datos preliminares previos para su uso en la comparación e interpretación de los resultados teóricos.

42- TÍTULO: **Preparación, caracterización estructural y estudio de propiedades físicas de óxidos de sistemas  $(LnA)_2(MM')_2O_{5+x}$  (Ln: elemento lantánido; A: elemento alcalinotérreo; M, M': elemento de transición) para electrodos de pilas de combustible.**

TITLE: Synthesis, structural characterization and physical properties of oxides of the systems  $(LnA)_2(MM')_2O_{5+x}$  (Ln: lanthanide element; A: earth alkali element; M, M': transition metal element) for electrodes of fuel cells.

DIRECTOR/A: Susana García Martín ([sgmartin@ucm.es](mailto:sgmartin@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Química Inorgánica. Facultad de Ciencias Químicas.

RESUMEN: Las perovskitas laminares de fórmula general  $AA'B_2O_{5+\delta}$  (A = lanthanide element, A' = Ba, Sr, Ca and B= elemento de transición) muestran una elevada actividad catalítica a la reacción de reducción de oxígeno, por lo que son potenciales cátodos de pilas de combustible tipo SOFC (Adv. Mater. 2017, 29, 1700132). Se estudiarán nuevos sistemas como electrodos simétricos.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Revisión bibliográfica del tema y seguimiento de resultados experimentales del grupo de investigación.

43- TÍTULO: **Preparación, caracterización estructural y estudio de propiedades físicas de óxidos superconductores de sistemas  $(LnA)_{n+1}Ni_nO_{3n+1}$  (Ln: elemento lantánido; A: elemento alcalinotérreo).**

TITLE: Synthesis, structural characterization and physical properties of superconducting oxides of the systems  $(LnA)_{n+1}Ni_nO_{3n+1}$  (Ln: lanthanide element; A: earth alkali element).

DIRECTOR/A: Susana García Martín y Miguel Ángel Alario Franco ([sgmartin@ucm.es](mailto:sgmartin@ucm.es) y [maaf@ucm.es](mailto:maaf@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Química Inorgánica. Facultad de Ciencias Químicas.

RESUMEN: El reciente descubrimiento de superconductividad en el óxido de fórmula  $Nd_{0.8}Sr_{0.2}NiO_2$  (Nature 572, 624, 2019) ha despertado de nuevo un gran interés por el estudio de óxidos superconductores. El trabajo se centrará en el estudio de nuevos óxidos de las familias  $(Ln)_{n+1}Ni_nO_{3n+1}$  (Ln elemento lantánido).

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Revisión bibliográfica del tema y seguimiento de resultados experimentales del grupo de investigación.

44- TÍTULO: **Pasivación de la perovskita 3D con materiales 2D para fabricar y caracterizar Células Solares altamente eficientes y estables.**

TITLE: Perovskite 3D passivation by 2D materials to prepare and characterize highly efficient and stable Perovskite Solar Cells.

DIRECTOR/A: Teresa Ripollés Sanchis ([teresa.ripolles@urjc.es](mailto:teresa.ripolles@urjc.es)).

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: experimental.

LUGAR DE REALIZACIÓN: Universidad Rey Juan Carlos, Campus de Móstoles, el laboratorio se encuentra situado en el CAT (Centro de Apoyo Tecnológico).

RESUMEN: En este trabajo de fin de máster, nos centraremos en la fabricación y caracterización de células solares basadas en el material absorbedor de luz solar llamado Perovskita. Debido a sus problemas de degradación frente a la exposición de O<sub>2</sub> y otros factores, trataremos de mejorar este problema mediante la síntesis de láminas de perovskita (en 3D) pasivando su superficie con materiales que forman capas 2D con el método de deposición por giro.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Videoconferencias para explicar de forma teórica cómo funciona una célula solar, qué factores son limitantes y cómo podemos mejorar la fotoeficiencia del dispositivo. Además, el/la candidato/a aprenderá a analizar las propiedades estructurales (DRX), morfológicas (SEM, AFM), eléctricas (conductividad) y ópticas (absorción, emisión) de la película de perovskita. A través de programas matemáticos, aprenderá a representar las curvas características de una célula solar y ajustará los espectros de impedancia de dichos dispositivos fotovoltaicos.

45- TÍTULO: **Óxidos metálicos para aplicaciones en baterías de aluminio.**

TITLE: Metallic oxides for applications in Al batteries.

DIRECTORES: Carlos Díaz-Guerra Viejo ([cdiazgue@ucm.es](mailto:cdiazgue@ucm.es)) y Paloma Almodóvar Losada ([paloma.almodovar@albufera-energystorage.com](mailto:paloma.almodovar@albufera-energystorage.com))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales (Facultad de Físicas, UCM) y Departamento de Química Inorgánica (Facultad de Químicas de la UCM).

RESUMEN: El trabajo consiste en la síntesis, caracterización morfológica y estructural (XRD, SEM, EDX, TEM, Raman) y aplicación en baterías de Al (ion Aluminio y/o Al-aire) de óxidos metálicos nano o micro-estructurados, fundamentalmente de molibdeno y/o Mn. Estos materiales, en función del desarrollo del trabajo, podrían integrarse en *composites* con distintos tipos de carbonos, por ej. nanotubos.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Los directores del trabajo poseen ya datos experimentales sobre el tema que serían analizados por el alumno y comparados críticamente con los publicados en la literatura científica reciente.

46- TÍTULO: **Estudio de simulación de propiedades emergentes en iridatos de baja dimensionalidad.**

TITLE: Simulation study of emergent properties in low dimensional iridates.

DIRECTOR/A: Juan Ignacio Beltrán Fínez ([juanbelt@ucm.es](mailto:juanbelt@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Universidad Complutense de Madrid, mediante internet.

RESUMEN: Mediante simulaciones de *primeros principios* se estudiarán diversas propiedades en iridatos de baja dimensionalidad. En estos compiten las interacciones de acoplo de spin-orbita, correlación electrónica y campo cristalino dando lugar a propiedades emergentes no presentes en los compuestos constituyentes. Entre dichas propiedades cabe destacar la aparición de fases topológicas, transiciones metal-aislante, transiciones magnéticas..., que estudiaremos en función de la dimensionalidad y periodicidad del sistema.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: no requiere presencialidad.

**47- TÍTULO: Física de la unión de ligandos a biopolímeros estudiados con pinzas ópticas**

TITLE: Physics of the binding of ligands to polymers studied with optical tweezers

DIRECTOR/A: Juan Pedro García Villaluenga ([juanpgv@fis.ucm.es](mailto:juanpgv@fis.ucm.es)) y Francisco Javier Cao García ([francao@ucm.es](mailto:francao@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico (con parte experimental opcional)

LUGAR DE REALIZACIÓN: Facultad Ciencias Físicas.

RESUMEN: La unión de ligandos a biopolímeros regula sus propiedades físicas y químicas. Particularmente interesante es la unión de la proteína SSB a la cadena de ADN simple que se produce transitoriamente durante la replicación del ADN. En ese contexto hemos desarrollado modelos y cálculos analíticos y numéricos para explicar y analizar las observaciones realizadas con pinzas ópticas. El alumno podrá revisar o contribuir a estos desarrollos que se enmarcan en nuestras actuales líneas de investigación.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: El plan previsto no requiere presencialidad obligatoria

**48- TÍTULO: Dinámica estocástica en Ecología.**

TITLE: Stochastic Dynamics in Ecology

DIRECTOR/A: Francisco Javier Cao García ([francao@ucm.es](mailto:francao@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dto. Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica, Ftad. de Físicas UCM.

RESUMEN: Las fluctuaciones ambientales inducen fluctuaciones en la población de las especies de un ecosistema. En este trabajo se estudiará esta dinámica y sus correlaciones en el marco de la Física Estadística y la dinámica de procesos estocásticos. Esto permite hacer predicciones sobre los riesgos de extinción de las poblaciones, y diseñar políticas de explotación sostenibles. Nuestro grupo mantiene líneas de investigación activas en este campo. Programación en R y Matlab.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: El plan previsto no requiere presencialidad obligatoria

**49: TÍTULO: Física de los motores moleculares celulares estudiados con pinzas ópticas**

TITLE: Physics of cellular molecular motors studied with optical tweezers

DIRECTOR/A (nombre y email): Francisco Javier Cao García ([francao@ucm.es](mailto:francao@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Teórico (con parte experimental opcional)

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dto. Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica, Ftad. de Físicas UCM.

RESUMEN: En la célula hay diversas proteínas y conjuntos de proteínas que funcionan como auténticas máquinas realizando diversas labores como transporte, síntesis de compuestos, replicación de ADN. Estos motores moleculares se estudian con modelos de Física Estadística, y se mide su actividad con técnicas experimentales, como las pinzas ópticas, que permiten hacer el seguimiento de la actividad de motores individuales. En esta línea nuestro grupo mantiene líneas de investigación.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: El plan previsto no requiere presencialidad obligatoria

**50- TÍTULO: Fabricación y caracterización de materiales poliméricos nanoestructurados superhidróbobos**

TITLE: Preparation and characterization of superhydrophobic nanostructured polymeric materials

DIRECTOR/A: Loreto García Fernández ([loreto.garcia@ucm.es](mailto:loreto.garcia@ucm.es)) y Carmen García Payo ([mccgpayo@ucm.es](mailto:mccgpayo@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dto. de Estructura de la Material, Física Térmica y Electrónica. Facultad de Ciencias Físicas, UCM.

RESUMEN: El Trabajo Fin de Máster propuesto se centra en el desarrollo de nuevos materiales poliméricos nanoestructurados superhidrófobos para el tratamiento de aguas y materiales autolimpiables. Se utilizará el método de “electrospinning”. Se emplearán polímeros hidrófobos y se incorporarán nanopartículas funcionalizadas para conseguir materiales superhidrófobos con ángulos de contacto superiores a 150°. Se utilizarán técnicas de caracterización como SEM, FTIR, ángulo de contacto, porosimetría, potencial Zeta,...

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se modificaría hacia un TFM con dos partes: 1- Revisión bibliográfica de materiales poliméricos nanoestructurados superhidrófobos: aplicaciones y 2- Modelo de interacción superficie hidrofóbica - líquido a partir de la ecuación de Young y de las tensiones interfaciales. En este caso habría que cambiar el título del TFM por “Estudio de las fuerzas de interacción superficie-líquido en materiales poliméricos nanoestructurados superhidrófobos”

51- TÍTULO: **Desarrollo ecológico y sostenible de materiales porosos basados en nanocompuestos poliméricos**

TITLE: Eco-friendly development of porous materials based on polymeric nanocomposite.

DIRECTOR/A: Loreto García Fernández ([loreto.garcia@ucm.es](mailto:loreto.garcia@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Laboratorio 120, 1ª Planta, Departamento de Estructura de la Material, Física Térmica y Electrónica. Facultad de Ciencias Físicas

RESUMEN: Preparación sostenible de medios micro/nano porosos para el tratamiento de aguas, intentando hacer uso de materiales respetuosos con el medio ambiente. Se emplearán polímeros hidrófobos y disolventes verdes, así como nanopartículas que modifiquen sus propiedades y mejoren sus prestaciones. Se fabricarán por el método de inversión de fase y se caracterizarán mediante diversas técnicas de microscopía, porosimetría, etc.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se complementarían o se sustituirían por la búsqueda bibliográfica de materiales aptos para la fabricación de medios porosos poliméricos nanocompuestos, respetuosos con el medio ambiente, y métodos de fabricación alternativos y por el análisis termodinámico y cinético de los mecanismos de formación estructural de medios porosos según los diferentes tipos de materiales (polímeros, disolventes y aditivos) y los métodos de fabricación.

52- TÍTULO: **Propiedades ópticas de materiales para células solares multiunión de muy alta eficiencia**

TITLE: Optical properties of materials for very high efficiency multijunction solar cells.

DIRECTOR/A: Mercedes Gabás Pérez ([mercedes.gabas@upm.es](mailto:mercedes.gabas@upm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Energía Solar-Universidad Politécnica de Madrid.

RESUMEN: El objetivo fundamental del trabajo es el análisis de las propiedades ópticas de materiales con band-gap en torno a 1 eV, fundamentalmente de nitruros diluidos. La principal técnica experimental a utilizar sería la elipsometría espectroscópica. Los materiales estudiados en este TFM forman parte de las células solares de muy alta eficiencia (>40%) y su optimización es clave para el incremento de esa eficiencia.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: El trabajo a realizar se basa en su mayoría en medidas experimentales que son realizadas por técnicos a cargo de los equipos experimentales. No es estrictamente necesario que se participe en la realización de las medidas. El análisis de los datos experimentales se puede realizar de manera telemática.

53- TÍTULO: **Microcavidades ópticas en micro- y nanohilos de óxidos semiconductores**

TITLE: Optical microcavities in semiconductor oxide micro- and nanowires.

DIRECTOR: Emilio Nogales Díaz ([enogales@ucm.es](mailto:enogales@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Simulaciones + experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Dpto. Física de Materiales, UCM

RESUMEN: Se estudiarán las microcavidades ópticas diseñadas mediante DBR (distributed-Bragg-reflector) u otras estructuras fotónicas en micro- y nanohilos de óxidos semiconductores emisores de luz, con aplicaciones en dispositivos como fuentes de luz con longitud de onda sintonizable, nanoláseres, filtros ópticos o memorias cuánticas. Para el análisis y optimización se utilizará software comercial de simulación FDTD y los resultados experimentales obtenidos en laboratorio mediante espectro-microscopía de luminiscencia.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se centraría el trabajo en el análisis mediante simulaciones y teórico.

**TRABAJO PREASIGNADO**

**54- TÍTULO: Síntesis y caracterización de nanoóxidos mixtos con estructura porosa de metales de transición con posibles aplicaciones catalíticas.**

TITLE: Synthesis and characterization of metal transition mixed nano-oxides with porous structure with possible catalytic applications.

DIRECTOR/A: M. Luisa Ruiz González ([luisarg@ucm.es](mailto:luisarg@ucm.es)) y Alberto E. Azor Lafarga ([aazorlaf@ucm.es](mailto:aazorlaf@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Laboratorios de investigación del Grupo de "Materiales Inorgánicos Funcionales (I.P.: José M. González Calbet)" del Departamento de Química Inorgánica (Facultad de C.C. Químicas).

RESUMEN: Desarrollo de métodos de síntesis de química suave para la obtención de nanoóxidos mixtos con estructura porosa de metales de transición. Caracterización estructural, composicional y funcional de los compuestos obtenidos haciendo especial hincapié en su posible uso como catalizadores en diversas reacciones de interés mediomambiental.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Búsqueda bibliográfica.

**TRABAJO PREASIGNADO**

**55- TÍTULO: Modos fonónicos de intercara en ZnO/ZnMgO**

TITLE: Interface phonon modes in ZnO/ZnMgO

DIRECTOR/A: Adrián Hierro Cano ([adrian.hierro@upm.es](mailto:adrian.hierro@upm.es)) y Miguel Montes Bajo ([miguel.montes@upm.es](mailto:miguel.montes@upm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Experimental

LUGAR DE REALIZACIÓN: Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM)

RESUMEN: En este trabajo se analizarán los modos fonónicos de intercara en heteroestructuras de pozo cuántico de ZnO/ZnMgO y su correlación con la microestructura de las capas. El objetivo es caracterizar los modos fonónicos que surgen del fonón LO del Mg en la intercara ZnO/ZnMgO, como mecanismo para cuantificar el desorden de red en la estructura del ZnMgO. Para ello se utilizarán medidas experimentales, incluyendo reflectometría polarizada de infrarrojo, que se analizarán comparando con valores teóricos calculados por el método de matriz de transferencia.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: Se cuenta ya con numerosas medidas experimentales de reflectancia en muestras que pueden ser útiles para este trabajo, que llegado el caso, la estudiante puede analizar sin necesidad de acceder las instalaciones del ISOM.

**TRABAJO PREASIGNADO**

**56- TÍTULO: Estudio de efectos físicos emergentes en materiales mediante técnicas de 4D STEM.**

TITLE: Study of emergent physical phenomena in materials by 4D STEM techniques.

DIRECTOR/A: Gabriel Sánchez Santolino ([gsanchezsantolino@ucm.es](mailto:gsanchezsantolino@ucm.es)) y María Varela del Arco ([mva-rela@ucm.es](mailto:mva-rela@ucm.es))

TEÓRICO o EXPERIMENTAL: Trabajo mixto

LUGAR DE REALIZACIÓN: Departamento de Física de Materiales

RESUMEN: El objetivo principal de este trabajo es estudiar las propiedades físicas de materiales avanzados mediante técnicas de microscopía electrónica con corrección de aberración esférica. En particular se emplearán técnicas de microscopía electrónica de transmisión con barrido multidimensional (4D STEM) en el microscopio electrónico con corrector de aberración esférica. Las técnicas 4D STEM permiten caracterizar las estructuras electromagnéticas y la distribución de carga en los materiales de manera local y con resolución atómica.

PLAN ALTERNATIVO QUE NO IMPLIQUE PRESENCIALIDAD: El trabajo propuesto se puede desarrollar tanto de manera experimental como teórica. En caso de restricciones a la presencialidad se llevarán a cabo, de manera remota, simulaciones avanzadas de scattering electrónico y se desarrollarán procesos computacionales de análisis de datos 4D STEM.

**TRABAJO PREASIGNADO**