



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



Máster Interuniversitario en Nuevos Materiales UPV/EHU – UC

Curso 2025-2026

Oferta de trabajos de Fin de Máster

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Inexpensive synthesis of metal-organic framework materials (MOFs) for the photocatalytic reduction of CO₂.

Síntesis económica de materiales con estructura metal-orgánica (MOF) para la reducción fotocatalítica de CO₂.

Director: Anna Sinelshchikova

e-mail: anna.sinelshchikova@bcmaterials.net

Co-director (si lo hubiera): Oscar Castillo

e-mail: oscar.castillo@ehu.eus

Centro: BCMaterials / Dpto Quim. Org. & Inorg. (UPV/EHU)

Resumen:

La **energía solar** es una de las grandes protagonistas en la transición hacia un futuro sostenible. En la naturaleza, las **moléculas de porfirina** ya han demostrado su eficacia: son esenciales en la fotosíntesis de plantas y bacterias, donde transforman la luz solar en energía química. Buscando inspiración en estos procesos naturales, en la ciencia de materiales se suelen utilizar las porfirinas para diseñar **materiales fotoactivos avanzados**.

Entre ellos destacan los **MOFs (Metal-Organic Frameworks) de porfirina**, estructuras porosas en las que la unión entre estas porfirinas y nodos metálicos da lugar a materiales con un enorme potencial. Estos pMOFs permiten **capturar y transformar CO₂** en productos de alto valor, como **metanol, etanol o ácido fórmico**, contribuyendo así a proporcionar soluciones limpias para la energía y el medio ambiente.

En este proyecto de máster tendrás la oportunidad de:

- 1) **Aprender y mejorar un método innovador y sostenible de síntesis** de pMOFs en un solo paso: más rápido, escalable y respetuoso con el medio ambiente. Este método combina dos reacciones compatibles -síntesis del ligando porfirínico y cristalización del MOF- en un único proceso, eliminando la necesidad de purificar la porfirina, que requiere mucho tiempo y recursos. En su lugar, la cristalización del MOF actúa simultáneamente como etapa de purificación del ligando porfirina y como propia etapa sintética del material funcional final.
- 2) Participar en todas las fases del trabajo experimental: desde la **obtención de materiales** hasta su **caracterización y pruebas funcionales**.
- 3) Explorar aplicaciones de vanguardia en **adsorción de CO₂** y **fotocatálisis** para la conversión de gases de efecto invernadero en combustibles y químicos útiles.
- 4) Colaborar en un entorno interdisciplinar con investigadores expertos en materiales y energía.

Este proyecto es ideal para estudiantes con interés en **química de materiales, energías renovables y sostenibilidad**, que deseen adquirir experiencia en **síntesis, caracterización y aplicaciones funcionales de materiales avanzados**.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Integración de grafeno nanoporoso atómicamente preciso como tamiz molecular

Director: César Moreno Sierra

e-mail: cesar.moreno@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria, CITIMAC

Alumno: Natalia Romero Sanchez

Resumen:

El grafeno nanoporoso, especialmente cuando sus poros se estructuran con precisión atómica, se ha consolidado como un material altamente prometedor para aplicaciones de separación molecular a escala nanométrica. Su naturaleza bidimensional, junto con una notable estabilidad mecánica y química, y la posibilidad de funcionalizar selectivamente los bordes de los poros, permite un control excepcional sobre la selectividad y el transporte molecular. Este trabajo tiene como objetivo investigar la integración del grafeno nanoporoso como tamiz molecular. Para ello, se llevará a cabo su síntesis en condiciones de ultra alto vacío (UHV), mediante técnicas de síntesis en superficie que permitan un control preciso de la morfología porosa. El material obtenido será caracterizado mediante microscopía de efecto túnel (STM) en UHV y a temperaturas criogénicas, con el fin de analizar su estructura y uniformidad a escala atómica. Posteriormente, el grafeno nanoporoso será transferido a membranas de nitruro de silicio con poros micrométricos, donde podrá suspenderse de manera controlada. Esta configuración será caracterizada mediante microscopía óptica y otras técnicas complementarias. Finalmente, se realizarán ensayos de permeabilidad con distintos gases puros y mezclas (He, H₂, N₂, O₂, Ar...), con el objetivo de evaluar su capacidad de filtrado y su selectividad molecular.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Caracterización de las propiedades de polarización de la novedosa fase nemática ferroeléctrica de cristales líquidos.

Director: Jesús Martínez Perdiguero

e-mail: jesus.martinez@ehu.eus

Centro: Universidad de País Vasco UPV/EHU, Departamento de Física

Co-director: Alfredo García Arribas

e-mail: alfredo.garcia@ehu.eus

Centro: Universidad de País Vasco UPV/EHU, Departamento de Electricidad y Electrónica

Resumen:

El presente trabajo se centrará en la caracterización de un material cristal líquido que presenta la fase nemática ferroeléctrica, una nueva fase cristal líquido propuesta teóricamente hace más de 100 años y descubierta en 2017. Esta fase ha abierto un área de investigación de creciente interés en el ámbito de los nuevos materiales debido a sus múltiples aplicaciones potenciales en tecnologías avanzadas, como dispositivos electroópticos, pantallas LCD, supercondensadores y sistemas de almacenamiento de información. La relevancia de estos materiales radica en su capacidad para combinar propiedades ópticas y eléctricas, lo que los convierte en candidatos ideales para el desarrollo de dispositivos más eficientes y versátiles. Sin embargo, actualmente se observan diferencias significativas en las medidas de polarización reportadas en la literatura, lo que pone de manifiesto la necesidad de una investigación más detallada para comprender las variaciones en el comportamiento de estos materiales.

Este estudio se enfocará en la realización de medidas de corriente de polarización, utilizando diversas geometrías de celdas y electrodos para inducir el *switching* del material. Al explorar diferentes configuraciones, se buscará entender los procesos moleculares que ocurren y cómo esto se refleja en los resultados de las medidas. No solo se estudiará la fase nemática ferroeléctrica, sino que también las fases que la acompañan, como la fase nemática o la nemática de *splay*, ya que en algunos casos se han observado efectos pretransicionales.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Cristales iónicos porosos (PIC) basados en clústeres catiónicos de Ti y aniónicos de W para una fotorreducción eficaz de CO₂.

Director: Oscar Castillo

e-mail: oscar.castillo@ehu.eus

Co-director (si lo hubiera): Sonia Pérez

e-mail: sonia.perez@ehu.eus

Centro: Dpto Quim. Org. & Inorg. (UPV/EHU)

Alumno: Adriana M^a Lorenzo García

Resumen:

La fotorreducción de CO₂ a metanol y etanol es una reacción muy investigada, dadas las implicaciones económicas y ambientales de estos productos. Tanto el metanol como el etanol son materias primas químicas versátiles y combustibles renovables. Trabajos previos han demostrado que el cristal iónico poroso (PIC) [Zr₆O₄(OH)₄(C₆H₅COO)₈(H₂O)₈][SiW₁₂O₄₀] separa eficazmente el par electrón-hueco generado durante la exposición a la radiación UV, gracias a la disposición tipo esquema Z de los niveles HOMO-LUMO de cada entidad iónica discreta. Combinando este compuesto con cocatalizadores inorgánicos seleccionados como AgI, Bi₂O₃, CeO₂, CuI, CuO, Cu₂O, In₂O₃, PbO, Sb₂O₃, SnO, TiO₂ o ZnO se logró la activación fotocatalítica y reducción de CO₂ a metanol y/o etanol en agua sin la necesidad de ningún reactivo químico de sacrificio. Se alcanzaron niveles máximos de producción de 163 μg·g⁻¹·h⁻¹ and 144 μg·g⁻¹·h⁻¹ para metanol y etanol respectivamente. En el TFG, Adriana intentó mejorar el rendimiento de este compuesto reemplazando el clúster aniónico [SiW₁₂O₄₀]⁴⁻ con un clúster análogo que contenía Co(II): [H₂CoW₁₂O₄₀]⁴⁻. Aunque se consiguió sintetizar el compuesto por primera vez y se determinó su estructura, su rendimiento en la fotorreducción de CO₂ empeoró. En esta ocasión, se realizará un cambio en el clúster catiónico, pasando de uno basado en Zr(IV) a otro basado en Ti(IV). Existe evidencia en la literatura científica de que los MOF basados en Ti son fotocatalizadores eficaces, por lo que conviene investigar este enfoque también para los PICs. Esto implicará preparar el compuesto PIC basado en Ti por primera vez, caracterizar sus propiedades fisicoquímicas y aplicarlo a la reducción fotocatalítica de CO₂ para producir productos químicos de mayor valor añadido.

De esta manera el proyecto de máster permite:

- 1) Participar en todas las fases del trabajo experimental: desde la **obtención de materiales** hasta su **caracterización y pruebas funcionales**.
- 2) Explorar aplicaciones de vanguardia en **adsorción de CO₂** y **fotocatálisis** para la conversión de gases de efecto invernadero en combustibles y químicos útiles.
- 3) Colaborar en un entorno interdisciplinar con investigadores expertos en materiales y energía.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Síntesis dirigida de sistemas laminares de base silícica con propiedades adsorbentes

Director: Ana C. Perdigón Aller

e-mail: perdigonac@unican.es

Co-director (si lo hubiera): Fernando Aguado Menéndez

e-mail: aguadof@unican.es

Centro: Dep. Química e Ingeniería de Procesos y Recursos, Universidad de Cantabria

Resumen:

Los minerales de la arcilla constituyen una familia de materiales con notables propiedades adsorbentes, lo que los convierte en sistemas de gran interés para múltiples aplicaciones en campos que abarcan desde la protección medioambiental hasta la biomedicina. En el ámbito ambiental, se emplean principalmente en procesos de remediación y descontaminación de aguas, al permitir la eliminación de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos. En biomedicina, destacan por su potencial como sistemas de liberación controlada de fármacos en terapias dirigidas.

En este proyecto se propone explorar distintos métodos de síntesis —como la síntesis en estado sólido, el método sol-gel y la síntesis asistida por microondas, entre otros— con el objetivo de obtener materiales adsorbentes con estructura de tipo filosilicato *ad hoc*. Por un lado, se plantea la síntesis de minerales con elevada capacidad de intercambio catiónico, incrementando así la eficiencia de adsorción respecto a las arcillas naturales, lo cual se buscará mediante una alta sustitución isomórfica de aluminio por silicio en la estructura laminar. Por otro lado, se propone la síntesis de arcillas libres de aluminio, considerando el efecto tóxico de este elemento, con el fin de emplearlas como nanodispensadores en aplicaciones biomédicas.

La caracterización estructural de los materiales se llevará a cabo mediante difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). El análisis morfológico y de tamaño de partícula se realizará mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), microscopía electrónica de transmisión (TEM) y difracción de rayos X (DRX).

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Hybrid Liposome Nanoreactors for Solar Fuel Production
Nanorreactores Liposomales Híbridos para la Producción de Combustibles Solares

Director: Santiago Rodriguez Jimenez *e-mail:* santiago.rodriguez@bcmaterials.net
Co-director: Virginia Martinez Martinez *e-mail:* virginia.martinez@ehu.eus
Centro: BCMaterials / Departamento de Química Física (UPV/EHU)

Resumen:

Los liposomas son estructuras supramoleculares que imitan sistemas biológicos, como las membranas tilacoides de los cloroplastos, donde ocurre la fotosíntesis natural. Inspirados en este proceso, los liposomas ofrecen una plataforma versátil para desarrollar **sistemas de fotosíntesis artificial**, capaces de aprovechar la energía solar para generar compuestos químicos útiles.

Formados por lípidos que se autoensamblan en una membrana esférica hueca, los liposomas actúan como **nanorreactores** que permiten estudiar catálisis compartimentalizada. La separación física de reacciones de reducción y oxidación facilita la generación de compuestos de interés, minimizando recombinaciones de cargas y reacciones no deseadas. Gracias a su naturaleza supramolecular, los liposomas pueden modificarse fácilmente e incorporar complejos metálicos fotoactivos y catalizadores moleculares o enzimas capaces de convertir dióxido de carbono en productos químicos y combustibles solares.

Un aspecto crítico para optimizar estos sistemas es la **transferencia de electrones** entre la cavidad interna y la solución externa, un paso clave para lograr una fotosíntesis artificial eficiente.

En este contexto, el proyecto de master desarrollará nanorreactores liposomales como **plataformas modelo** para explorar nuevas rutas de producción solar de combustibles y compuestos químicos mediante fotosíntesis artificial. Los objetivos principales son:

1. **Síntesis y caracterización de fotosensibilizadores** basados en complejos de porfirinas y polipiridinas, y compuestos orgánicos como BODIPYs, utilizando RMN, técnicas electroquímicas, y espectroscopías de UV-vis y fluorescencia para evaluar su pureza y capacidad de absorber y transferir energía solar.
2. **Preparación de liposomas funcionalizados**, incorporando fotosensibilizadores y mediadores de electrones, con caracterización estructural y funcional mediante UV-vis y fluorescencia.
3. **Estudio de la transferencia de electrones** a través de las membranas lipídicas, monitorizando la dinámica entre los compartimientos interno y externo mediante espectroscopia de fluorescencia. Se explorará también la integración de proteínas transmembrana como **MtrCAB**, capaces de facilitar la transferencia de electrones a través de la membrana lipídica.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Magnetic and optical properties of atomically precise carbon nanostructures

Director: Fabian Schulz

e-mail: f.schulz@nanogune.eu

Co-director: Jose M. Pitarke

e-mail: jm.pitarke@ehu.eus

Centro: nanoGUNE

Alumno: Nerea Sanz

Resumen:

In this project, we will combine scanning tunneling microscopy (STM) and atomic force microscopy (AFM) at low temperature with on-surface synthesis techniques to synthesize custom designed carbon nanostructures. Upon verifying their atomically precise structure by high-resolution AFM, we will study their magnetic and optical properties by scanning tunneling spectroscopy and STM-induced electroluminescence.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER
CURSO 2025/26

Título: High quality label-free IR nanoimaging of cellular ultrastructure

Director: Martin Schnell

e-mail: m.schnell@nanogune.eu

Centro: CIC nanoGUNE

Co-director: José M. Pitarke

e-mail: jm.pitarke@ehu.eus

Centro: EHU/UPV, departamento de física

Alumno: Aitor Gomez

Resumen:

The goal of this thesis is to establish high-quality, label-free infrared nanoimaging of cellular ultrastructure using scattering-type near-field optical microscopy (s-SNOM). A central hypothesis is that template-stripped gold (Au) substrates offer superior imaging conditions compared to conventional silicon (Si), enabling clearer visualization of cellular details and eliminating fringe artifacts commonly observed with Si. This work is thus an important step towards high-quality IR nanoimaging of cells.

To achieve this, the project will first optimize SNOM parameters—such as tip type and tapping amplitude—to maximize signal-to-noise ratio (SNR). Then, the imaging quality will be systematically evaluated using polymer thin films and ultimately using biological cell sections. We will particularly focus on identifying conditions that yield the most reliable and detailed structural information. Finally, we will verify that quantum cascade laser (QCL) imaging also yields the correct signal levels by comparison with the gold standard of nano-FTIR spectroscopy.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Compuestos bidimensionales constituidos por complejos metal-orgánicos y polioxometalatos sustituidos con lantánidos con propiedades magnéticas y luminiscentes

Director: Beñat Artetxe Arretxe

e-mail: benat.artetxe@ehu.eus

Co-directora: Itziar Oyarzabal Epelde

e-mail: itziar.oyarzabal@bcmaterials.net

Centro: Departamento de Química Orgánica e Inorgánica UPV/EHU y BCMaterials

Alumna: Naia Sorazu De la Flor

Resumen:

La coordinación de iones lantánidos a polioxometalatos (POMs) lacunarios han resultado ser una vía útil para la preparación de materiales ópticos y magnéticos interesantes. Esta combinación permite la sensibilización de la emisión luminiscente de los centros metálicos a través del *efecto antena* y, a su vez, es capaz de inducir la relajación lenta de la magnetización confiriendo propiedades de imán molecular (SMM, Single Molecule Magnet) al sistema. En el caso específico de los polioxowolframatos, estos muestran ciertas ventajas frente a los compuestos de coordinación clásicos constituidos por ligandos orgánicos. Entre ellas destacan su estabilidad en estado sólido y en disolución, así como la capacidad de los centros diamagnéticos de W(VI) para aislar los lantánidos de posibles acoplamientos magnéticos. A pesar de las altas barreras energéticas originadas por la anisotropía magnética, los SMMs basados en lantánidos experimentan a menudo procesos rápidos de relajación cuántica. Por ello, es interesante estudiar el mecanismo de dicha relajación. La obtención de compuestos que presenten histéresis magnética a temperaturas cercanas a temperatura ambiente supondría un gran impacto para la Ciencia de Materiales, ya que estos dispositivos podrían ser muy útiles en áreas como la computación cuántica - los SMM son capaces de almacenar información a escala nanométrica-. De forma alternativa, la manipulación racional de las transiciones electrónicas de estos compuestos puede dar lugar a *qubits* basados en espintrónica molecular lo que permitiría en comparación a un bit tradicional, operar mucho más rápido que cualquier ordenador clásico actual.

El presente proyecto tiene como fin dar continuidad al trabajo desarrollado durante el TFG, ampliando la familia de compuestos bidimensionales de fórmula $\text{Na}_3[\text{Zn}(\text{cyclam})(\text{H}_2\text{O})_2][\text{Ln}^{\text{III}}\text{W}_{10}\text{O}_{36}\{\text{Zn}(\text{cyclam})_2\}\cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Ln}^{\text{III}} = \text{Eu}, \text{Sm}, \text{Tb}$) previamente estudiados mediante la incorporación de lantánidos de especial interés magnético y cuántico ($\text{Ln} = \text{Gd}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}$). Se evaluará si el empleo de dichos lantánidos conduce a la formación de compuestos extendidos y en caso contrario, se recurrirá al uso de derivados de cyclam. Cabe destacar que las redes bidimensionales constituyen un medio idóneo para organizar de manera controlada los iones lantánidos —responsables de las propiedades magnéticas, ópticas y cuánticas de los complejos de coordinación—, posibilitando su posterior exfoliación y deposición sobre superficies. Una vez obtenidos los compuestos de interés, se procederá al estudio de su comportamiento como SMM y a la evaluación de su viabilidad como *qubits*. Así, este Trabajo de Fin de Master contempla la síntesis y caracterización de los compuestos híbridos constituidos por polioxometalatos que contienen lantánidos, cuya estructura cristalina se determinará a partir de difracción de rayos X en monocristal. Finalmente se estudiarán sus propiedades magnéticas (susceptibilidad dc y ac; magnetización, EPR) y luminiscentes.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Transformaciones de fase en compuesto híbridos constituidos por polioxomolibdatos y complejos de cobre(II) con el ligando dimetilcyclam.

Director: Beñat Artetxe Arretxe

e-mail: benat.artetxe@ehu.eus

Co-directora: Estibaliz Ruiz Bilbao

e-mail: estibaliz.ruiz@ehu.eus

Centro: Departamento de Química Orgánica e Inorgánica UPV/EHU

Alumno: Adrián Gordo Martínez

Resumen:

La combinación entre polioxometalatos (POMs) y complejos de Cu(II) con ligandos macrocíclicos N4-tetradentados representa una estrategia válida para la preparación de sistemas híbridos extendidos con estructura abierta. En estos materiales se logran combinar las propiedades inherentes de los POMs con características propias de sistemas porosos (por ej. gran superficie interna para la adsorción de gases, una alta densidad de centros catalíticamente activos...). Cuando se emplean ligandos como el cyclam (1,4,8,11-tetraazacicotetradecano) y sus derivados, los híbridos resultantes pueden preservar su naturaleza cristalina tras la aplicación de un estímulo externo como cambios de temperatura, humedad y/o presión, lo que les permite experimentar transformaciones monocristal a monocristal que pueden implicar cambios estructurales relevantes. La ruptura y formación de nuevos enlaces químicos habitualmente supone cambios en las propiedades del compuesto original (por ej. color, magnetismo, luminiscencia, porosidad), por lo que la estabilidad del cristal permite relacionar estas propiedades con las modificaciones estructurales.

Es de especial interés la red dinámica $[\{Cu(cyclam)\}_3(Mo_8O_{27})] \cdot 14H_2O$ que experimenta hasta cuatro transformaciones secuenciales inducidas térmicamente que implican modificaciones en la estructura de la red anfitriona, así como la isomerización del anión octamolibdato [1]. Las distintas fases anhidras porosas son capaces de adsorber agua en ambientes con baja humedad relativa de forma abrupta, lo que los hace potencialmente útiles para sistemas de control de humedad y recogida de agua en regiones áridas. Además, se ha demostrado una alta selectividad en la adsorción de pequeñas moléculas gaseosas con tendencias contrarias a los compuestos porosos encontrados habitualmente en bibliografía.

De esta manera, se pretenden extender estos estudios a la reacción entre isopolioxomolibdatos y el complejo $\{Cu(DMC)\}^{2+}$ (DMC = 1,8-dimetil-1,4,8,11-tetraazacicotetradecano). Resultados preliminares recogidos en un Trabajo Fin de Grado previo muestran la determinación estructural del compuesto $[\{Cu(DMC)\}_3\{\alpha_1-Mo_8O_{26}\}_{0.5}\{\alpha_2-Mo_8O_{28}\}_{0.5}] \cdot 18H_2O$ que presenta un desorden estructural claro entre dos polianiones que pueden ser fácilmente inter-convertibles mediante la aplicación de un estímulo externo. Este hecho demuestra que el sistema sintético puede ser altamente prometedor. Así, en este trabajo se llevará a cabo la síntesis y caracterización química y estructural (difracción de rayos X en monocristal) de nuevos compuestos híbridos sintetizados a partir del sistema isopolioxomolibdato/ $\{Cu(DMC)\}^{2+}$ y se analizarán los cambios estructurales que experimentan en presencia de estímulos externos tales como la temperatura, humedad, presión o presencia de especies químicas adicionales.

[1] E. Ruiz-Bilbao et al. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2023**, 62, e202307436.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Master Interuniversitario en Nuevos Materiales

Título: Caracterización de nuevas uniones de aleaciones aeronáuticas disimilares para alta temperatura

Director: Gabriel A. López

e-mail: gabrielalejandro.lopez@ehu.eus

Co-director: Iñaki López Ferreño

e-mail: inaki.lopez@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Departamento de Física

Resumen:

Descripción: En el sector aeronáutico se emplean aleaciones capaces de resistir condiciones muy exigentes, como altas temperaturas, grandes cargas y atmósferas oxidantes. Entre ellas, destacan las superaleaciones de base níquel, utilizadas en las partes más calientes de los motores por su excelente comportamiento termo-mecánico hasta 1100 °C. También las aleaciones de titanio han adquirido un papel importante gracias a su baja densidad, buena estabilidad térmica y resistencia mecánica hasta 700 °C. A temperaturas más moderadas se recurre al acero inoxidable, que ofrece un buen equilibrio entre resistencia, protección frente a la oxidación y bajo coste.

La combinación de estas tres familias de materiales resulta compleja, pues no siempre es posible unirlos mediante soldadura convencional, ya que este método genera grandes zonas afectadas por el calor. Del mismo modo, los procesos de difusión en estado sólido requieren demasiado tiempo. Frente a estas limitaciones, surge la técnica de unión por fase líquida transitoria (TPLB del inglés *transient liquid phase bonding*), que permite unir materiales difíciles de soldar en tiempos razonables. En este procedimiento se coloca entre los sustratos un material de menor punto de fusión, denominado filler, que al calentarse se funde y forma una fina capa líquida. Se produce una interdifusión de los elementos seguida de una solidificación isotérmica y dando lugar a una unión fuerte y estable incluso a temperaturas superiores a las del proceso original. [1]

El análisis de la microestructura resultante es esencial, ya que de ella dependen las propiedades mecánicas y la estabilidad térmica de la unión. Para llevar a cabo este estudio, se emplean diversas técnicas: la tomografía de rayos X, que permite observar la geometría y posibles defectos; la microscopía electrónica de barrido, que proporciona información composicional y estructural a escala local; y finalmente, la combinación de FIB y microscopía electrónica de transmisión, con la que se obtienen muestras delgadas para un análisis más detallado tanto en composición como en estructura cristalina.

Grupo de trabajo: El estudio se llevará a cabo en el Grupo de Investigación en Propiedades Termofísicas de Materiales, bajo la dirección del Dr. Gabriel López, en colaboración con el Institute of Materials Science, Joining and Forming de la TU Graz (Austria) y el Departamento de Caracterización de Materiales del CONICET-UNC (Argentina). El grupo tiene una amplia experiencia en caracterización avanzada de materiales y colaboraciones con centros e industrias de prestigio. Se ofrece la posibilidad de hacer una estancia corta en la TU Graz financiada y una bolsa de ayuda.

Objetivos: A nivel formativo, este proyecto ofrece al estudiante la oportunidad de adquirir conocimientos avanzados sobre aleaciones estratégicas en el sector aeronáutico, técnicas de caracterización microestructural y experiencia en investigación aplicada. Se investigará la microestructura de uniones de materiales diferentes obtenidas por TLPB.

Referencias: [1] M. Poliserpi, P. Barriovero-Vila et al. Metallurgical and Materials Transactions A, 52 A (2021) 1382-1394.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Análisis de los plasmones localizados de superficie y de volumen en nanopartículas de Ag.

Director: Eduardo Ogando Arregui

e-mail: edu.ogando@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Departamento de Física.

Co-director: Marttin Urbietta Galarraga

e-mail: mattin.urbietta@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Departamento de Física Aplicada.

Resumen:

El desarrollo de la nanotecnología en las últimas décadas ha permitido la creación controlada de sistemas físicos y técnicas de medida a una escala sin precedentes, llegando incluso al nivel atómico. Esta nueva tecnología ha revolucionado la fotónica al introducir sistemas con composiciones, geometrías, distribuciones, interacciones,... anteriormente inexistentes y cuyo comportamiento puede ser dramáticamente diferente al que se observa en la macroescala.

Cuando una nanopartícula (NP) es expuesta a un campo electromagnético como luz o un haz de electrones, se producen plasmones localizados, excitaciones colectivas de los electrones que determinan la respuesta del metal al campo electromagnético¹. Esta interacción permite que la luz se intensifique enormemente y se localice en unos pocos nanómetros dando lugar a una de las ramas de la Nanofotónica, que estudia la generación, control, y manipulación de la luz en la nanoescala, con aplicaciones en la óptica, la fotocatalisis, energía fotovoltaica, terapia fototérmica, detección, obtención de imágenes, espectroscopías, almacenamiento de información, etc.

En la espectroscopia de pérdida de energía de electrones (EELS) el haz de electrones en un microscopio electrónico atraviesa la muestra excitando sus plasmones de superficie y los más elusivos de volumen, pero accesibles a esta técnica. La EELS ha alcanzado una resolución subnanométrica y una sensibilidad energética sub-eV, convirtiéndose en una extraordinaria herramienta para el estudio de nuevos y complejos fenómenos a escala nanométrica. Modelos teóricos capaces de simular y reproducir este tipo de experimentos son imprescindibles para poder desentrañar las propiedades físicas de los sistemas y su reflejo en los espectros.

En el El Grupo de Teoría de la Nanofotónica² abordamos la respuesta óptica de los sistemas a nanoescala. Hemos desarrollado un modelo hidrodinámico que simula los espectros EEL en nanopartículas esféricas de metales. El objetivo del trabajo es el desarrollo del modelo para simular el efecto de extensión del gas electrónico fuera de la superficie para, entre otros, el análisis de plasmones de Bennet o multipolo y su aplicación a nanopartículas de Ag por sus propiedades ópticas de interés en plasmónica. El trabajo se completará comparando resultados con experimentos³ y resultados obtenidos con el formalismo de primeros principios Time-Dependent Density Functional Theory (TD-DFT).

[1] Candelas et al., *The Journal of Physical Chemistry Letters* **16**, no. 12, 2965–71 (2025) <https://doi.org/10.1021/acs.jpcclett.5c00157>.

[2] <https://cfm.ehu.es/nanophotonics/>

[3] Campos, A., et al. *Nat. Phys.* **15**, 275–280 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41567-018-0345-z>

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Nanoestructuras híbridas luminiscentes con tierras raras trivalentes y tintes orgánicos / Hybrid lanthanide-based luminescent nanostructures with organic dyes

Director: Ignacio Hernández

e-mail: ignacio.hernandez@unican.es

Centro: DCITIMAC, Universidad de Cantabria

Resumen:

Las tierras raras trivalentes poseen una interesante luminiscencia de utilidad en la conversión de luz, fibras ópticas amplificadores y láseres, debido a su emisión de líneas finas y con tiempos de vida que pueden ser relativamente largos. Esto es debido a que los niveles involucrados en las transiciones ópticas son de naturaleza atómica tipo 4f, y están apantallados por niveles más externos. Generalmente, en entornos inorgánicos, la luminiscencia f-f es eficiente y con un largo tiempo de vida, debido a que las transiciones están, en principio, prohibidas. Precisamente por esta razón, la absorción de luz directamente en las tierras raras resulta pobre y requieren bombeo láser o de alta potencia para alcanzar las características de emisión deseadas.

Mediante el denominado efecto de sensibilización, o efecto antena es posible excitar una tierra rara trivalente a partir de la absorción en otro centro óptico (cromóforo). Este proceso puede incrementar la población excitada y por tanto la emisión varios órdenes de magnitud, particularmente con cromóforos muy absorbentes basados en tintes orgánicos. Además, dependiendo del tinte, es posible seleccionar el rango de excitación de la emisión e incluso obtener electroluminiscencia basada en la tierra rara. No obstante, la presencia de moléculas orgánicas cerca de la tierra rara, y en particular aquellas que contienen grupos O-H, C-H ó N-H, pueden causar la desexcitación de los niveles electrónicos excitados en forma de vibraciones (calor), lo que puede disminuir fuertemente la eficiencia de emisión. Este fenómeno es particularmente importante para las tierras raras como el Er^{3+} , Yb^{3+} o Nd^{3+} , cuya emisión de interés es en el rango infrarrojo [1].

La idea de este trabajo es combinar nanopartículas inorgánicas luminiscentes que contengan tierras raras con cromóforos orgánicos y estudiar la emisión sensibilizada a partir de la parte orgánica. Con esta estrategia ya hemos visto que es posible preservar las características de la luminiscencia propia del Yb^{3+} en el infrarrojo y beneficiarnos de la excitación amplificada por el cromóforo [2]. Se propone en un primer paso la síntesis y caracterización de nanopartículas pequeñas de matrices inorgánicas que admitan dopaje con tierras raras, como el LaF_3 , NaYF_4 , La_2O_3 , o GdVO_4 con iones de tierras raras trivalentes de emisión visible e infrarroja (Er^{3+} , Yb^{3+} , Nd^{3+} , Eu^{3+} ó Tb^{3+}). Dichas partículas se funcionalizarán en un siguiente paso con tintes orgánicos, como 2-hydroxy-perfluoroantraquinona, 8-hydroxyquinolina, IR-810, u otros, con absorción en el rango UV-Vis-NIR. Mediante experimentos de espectroscopía de luminiscencia y de luminiscencia resuelta en tiempo se estudiarán las propiedades ópticas de estos materiales, incluyendo fenómenos de sensibilización y transferencia de energía entre centros, así como la posibilidad de upconversión IR-Vis [3] o la integración en dispositivos electroluminiscentes [1].

[1] I Hernández and W. P. Gillin, in Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earths, vol. 47, p1-100 (2015).

[2] H. Lu H et al., Sci Rep. **7**, p5066 (2017)

[3] W. Zhou et al., Nature Photonics, **6**, p560–564 (2012)

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Diseño racional sostenible de electrolitos sólidos basados en MIL-53 para baterías recargables de nueva generación

Directora: Idoia Ruiz de Larramendi

e-mail: idoia.ruizdelarramendi@ehu.eus

Co-director: Arkaitz Fidalgo

e-mail: arkaitz.fidalgo@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Departamento de Química Orgánica e Inorgánica

Alumno: Violeta Alonso Amezcua

Resumen:

Este proyecto aborda el desarrollo de electrolitos sólidos híbridos basados en redes metal-orgánicas (MOFs) tipo MIL-53 para su aplicación en baterías de iones de litio y sodio, tecnologías clave para la transición hacia sistemas energéticos más sostenibles. Los electrolitos sólidos ofrecen ventajas frente a los líquidos convencionales —mayor seguridad, estabilidad térmica y capacidad para frenar el crecimiento de dendritas—, aunque aún presentan limitaciones en conductividad y estabilidad interfacial. En este contexto, la combinación de MIL-53 con líquidos iónicos (LI@MOF) emerge como una estrategia prometedora para mejorar el transporte iónico y la ciclabilidad de las baterías.

El objetivo principal es diseñar y optimizar materiales MIL-53 con diferentes nodos metálicos (Al, Cr, Fe) y evaluar cómo influyen en las propiedades estructurales, fisicoquímicas y electroquímicas del electrolito híbrido LI@MOF. Para ello, se desarrollarán métodos de síntesis sostenibles, se caracterizarán exhaustivamente las muestras mediante técnicas avanzadas (XRD, SEM/TEM, XPS, EIS, entre otras) y se estudiará su comportamiento en celdas de tipo Swagelok y botón.

Los resultados permitirán identificar materiales más seguros, eficientes y sostenibles, aportando soluciones competitivas para la próxima generación de baterías recargables y contribuyendo a los objetivos globales de sostenibilidad energética.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Biocompatible Zirconium–MOFs for Proton Conductivity.

Director: Anna Sinelshchikova

e-mail: anna.sinelshchikova@bcmaterials.net

Co-director: Eider Goikolea

e-mail: eider.goikolea@ehu.eus

Centro: BCMaterials / Dpto Quim. Org. & Inorg. (UPV/EHU)

Alumno: Alfonso Ochoa Hormaechea

Resumen:

Proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) are a promising technology for sustainable energy conversion due to their high energy density, low emissions, and mild operating conditions. Yet their efficiency depends on the availability of stable, proton-conductive, and low-toxicity materials. Among them, **metal–organic frameworks (MOFs)** – porous coordination polymers constructed from metals and organic ligands, present tremendous potential due to their advantages in crystallinity and designability. **Zirconium-based MOFs with amino acid linkers** are especially attractive, combining the robustness of Zr^{4+} oxo-clusters with the hydrogen-bonding ability and biocompatibility of amino acids.

This project aims to **enhance proton conductivity** in Zr–aspartic acid MOFs by **controlling framework structure and improving interparticle connectivity**. Beyond the well-known cubic UiO-66 topology, careful tuning of synthesis conditions may lead to alternative crystalline phases with varying degrees of defectivity and pore connectivity (3D, 2D, and 1D), enabling fine control over proton transport properties.

In parallel, **novel surface functionalization strategies** will be explored to reduce conductivity losses at grain boundaries. Decorating MOF crystals with hydrogen-bond-forming molecules will create continuous proton-hopping pathways. This combined approach is expected to produce hierarchical proton-conductive materials with improved performance.

In this master's project there is opportunity to:

1. Learn how to synthesize new Zr–amino acid MOFs with controlled topologies.
2. Participate in all phases of the experimental work: from obtaining materials, their surface modification with hydrogen-bonding molecules to their characterisation and functional testing.
3. Explore cutting-edge clean-energy applications: proton conductivity testing under humid and dry conditions at elevated temperatures.
4. Collaborate in an interdisciplinary environment with expert researchers in materials and energy.

The project offers hands-on training in MOF synthesis and advanced materials characterization, while contributing to the development of **next-generation proton-conductive frameworks** for clean energy applications.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Development of optimized magneto-active sensors for real-time monitoring of ice accumulation

Director: Andoni Lasheras Aransay *e-mail:* andoni.lasheras@ehu.eus
Centro : Facultad de Ciencia y Tecnología (UPV/EHU), Departamento de Física

Co-director o Tutor: Ana Catarina Lopes *e-mail:* anacatarina.lopes@ehu.eus
Centro: Facultad de Ciencia y Tecnología (UPV/EHU), Departamento de Química Física

Resumen:

The present work arises from the pressing need within both the aeronautic and renewable energy industries to enhance their operational efficiency and safety. One of the most critical challenges in these sectors is the development of a rapid, precise, cost-effective, and contactless monitoring system capable of detecting the accumulation of undesirable substances, such as ice, which can severely compromise performance and safety. This study will specifically address the issue of ice accumulation, which poses significant risks in key sectors such as aviation, renewable energy (e.g., wind turbines), and other critical infrastructure.

The proposed monitoring system will employ magneto-active sensors to track ice nucleation and growth. The underlying principle of this approach is based on detecting changes in the mass of the sensor when an external substance, such as ice, accumulates on its surface. This mass variation alters the magnetoelastic resonance frequency of the sensor's magneto-active component, enabling real-time monitoring of ice formation. In the initial phase of this work, the magneto-active sensor will undergo extensive optimization through thermal treatments and geometric refinements to maximize its sensitivity. Once optimized, these sensors will be rigorously tested under controlled conditions to evaluate their ability to detect ice accumulation accurately and reliably.

The development of these advanced magneto-active sensors has the potential to revolutionize monitoring practices across a range of industries. By providing a high level of accuracy and efficiency in detecting ice accumulation, these sensors will enhance the safety and performance of critical infrastructure, including aircraft, wind turbines, power lines, and bridges. The technology promises to reduce operational risks, improve energy efficiency, and offer a cost-effective solution to a longstanding problem in both the aeronautic and renewable energy fields.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Estudio del efecto de la radiación visible en vidrios de titanosilicatos mediante espectroscopía Raman y luminiscencia en función del tiempo

Director: Javier Ruiz Fuertes *e-mail:* ruizfuertesj@unican.es
Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Co-director: Virginia Monteseguro Padrón *e-mail:* Virginia.Monteseguro@unican.es
Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Alumno: Ana Xuan Cagigas Pérez

Resumen:

Los vidrios de ultra baja expansividad (ULE) basados en titanosilicatos se obtienen mediante el control de la concentración de TiO_2 en una matriz de SiO_2 . Este proceso de dopado permite ajustar con precisión su coeficiente de expansión térmica, lo cual es esencial para aplicaciones ópticas exigentes como espejos de telescopios, sistemas ópticos en satélites o cavidades láser.

Sin embargo, la incorporación de TiO_2 conlleva efectos secundarios, como alteraciones en las propiedades ópticas del vidrio bajo irradiación en el rango visible, entre ellas el oscurecimiento irreversible. Existen pocos estudios que aborden el mecanismo responsable de estos cambios, y los que lo hacen emplean exclusivamente láseres pulsados.

En este trabajo, se propone investigar el efecto de la irradiación con láser continuo sobre las propiedades ópticas de los vidrios de titanosilicatos, utilizando espectroscopía Raman y luminiscencia in situ en función del tiempo. Se analizará el cociente entre las intensidades de los modos Raman A_1 y F_1 de SiO_2 y TiO_2 para controlar la dinámica del proceso y con el objetivo de estudiar la posible transformación de Ti^{4+} a Ti^{3+} se estudiará la posible luminiscencia característica del Ti^{3+} . Además, se evaluará la influencia de la temperatura en el proceso, realizando experimentos tanto a temperatura ambiente como en condiciones próximas a la transición vítrea.

Esta propuesta lleva asociada una beca de 6 meses.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Estrategias de compensación iónica en cátodos de baterías de sodio: el papel de las sales de sacrificio

Directora: Idoia Ruiz de Larramendi

e-mail: idoia.ruizdelarramendi@ehu.eus

Co-director: Arkaitz Fidalgo

e-mail: arkaitz.fidalgo@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Departamento de Química Orgánica e Inorgánica

Alumno: Iker Martínez Ruiz

Resumen:

El desarrollo de tecnologías de almacenamiento energético sostenibles y de alto rendimiento es un desafío clave en la transición hacia un modelo energético más limpio. En este contexto, las baterías de iones de sodio (SIBs) se perfilan como una alternativa prometedora a las baterías de iones de litio (LIBs), debido a la abundancia y bajo coste del sodio. Sin embargo, las SIBs enfrentan limitaciones significativas asociadas a la pérdida de capacidad durante los primeros ciclos de carga y descarga, derivada de la formación de la interfase de electrolito sólido (SEI) en los electrodos. Durante este proceso, una fracción considerable de los iones de sodio queda atrapada en la SEI, reduciendo la cantidad de sodio disponible para las reacciones electroquímicas reversibles y afectando negativamente la capacidad específica de la batería.

Una estrategia eficaz para mitigar este problema consiste en la incorporación de sales de sacrificio en la formulación del cátodo. Estas sales se descomponen durante los primeros ciclos electroquímicos, liberando iones sodio adicionales que compensan la pérdida de cationes consumidos en la formación de la SEI, además de generar porosidad beneficiosa en el electrodo. En este proyecto se propone estudiar el efecto de la adición de mesoxalato de sodio ($\text{Na}_2\text{C}_3\text{O}_5$) como sal de sacrificio en la composición de cátodos de SIBs basados en dos materiales activos representativos: el óxido laminar $\text{Na}_2\text{Mn}_3\text{O}_7$ y el material polianiónico $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$.

El trabajo se centrará en analizar cómo la cantidad de sal de sacrificio afecta la respuesta electroquímica del sistema frente a sodio metálico mediante ensayos galvanostáticos de carga y descarga (GCD). Paralelamente, se llevará a cabo un seguimiento de la evolución de las interfases mediante espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS) en configuraciones de tres electrodos, lo que permitirá evaluar la resistencia interfacial y los procesos de transporte iónico. Además, los cátodos se caracterizarán estructural y morfológicamente mediante difracción de rayos X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM).

Finalmente, y siempre que los resultados sean favorables, se explorará la viabilidad de una configuración "anode-less" (sin ánodo), en la que el exceso de sodio necesario para el funcionamiento de la celda será proporcionado exclusivamente por la sal de sacrificio. Esta estrategia podría simplificar el ensamblaje, aumentar la densidad energética y mejorar la seguridad de las SIBs, contribuyendo al desarrollo de baterías más sostenibles, seguras y eficientes.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Baterías de ión-sodio sostenibles basadas en derivados del azul de Prusia

Director: Verónica Palomares Durán

e-mail: veronica.palomares@ehu.eus

Co-director: Juan Pablo Esquivel Bojórquez

e-mail: juanpablo.esquivel@bcmaterials.net

Centro: Dpto. de Química Orgánica e Inorgánica (EHU) y BCMaterials

Alumno: Ibai Irizar Gonzalez

Resumen:

En este trabajo se propone la preparación de materiales, el montaje y evaluación de una batería completa de ión-Na acuosa totalmente sostenible, de manera que pueda ser utilizada en aplicaciones relacionadas con la agricultura sin generar residuos o desechos contaminantes en el medio ambiente que haya que retirar.

Las baterías acuosas de ión-Na son sistemas de almacenamiento de energía de bajo coste e impacto ambiental. En primer lugar porque utilizan como electrolito una disolución acuosa de una sal de sodio, en vez de los habituales electrolitos orgánicos basados en disolventes de la familia de los carbonatos o las glimas, acompañadas de sales fluoradas del tipo NaPF_6 . En segundo lugar porque, entre las variadas químicas de cátodo y ánodo disponibles, existen varias opciones basadas en metales redox no tóxicos o contaminantes y de precio moderado. Entre los posibles materiales electroactivos, la familia de los derivados de azul de Prusia, $\text{NaFe}[\text{Fe}(\text{CN}_6)] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ presenta múltiples ventajas: su versatilidad, ya que puede funcionar tanto en el papel de ánodo como en el de cátodo, al presentar dos posibles reacciones electroquímicas a voltajes diferentes (0.1 y 1 V vs. Ag/AgCl); su no toxicidad, ya que los grupos cianuro están fuertemente unidos al Fe y sólo se produce la liberación de los mismos bajo calentamiento por encima de 225° C, y la facilidad con que se puede preparar mediante coprecipitación a temperatura ambiente.

Para la consecución de una batería completa de carácter sostenible es necesario sustituir el aglomerante (PVdF) y el disolvente (N-metil pirrolidona, NMP) empleados en la formulación de los electrodos por polímeros de origen natural y disolventes verdes.

Por todo ello, se plantean las siguientes tareas para desarrollar en este TFM:

- síntesis de $\text{NaFe}[\text{Fe}(\text{CN}_6)] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ mediante coprecipitación y su caracterización físico-química (difracción de rayos X, espectroscopia infrarroja, análisis elemental, ICP, espectroscopia Raman, resonancia paramagnética electrónica y XPS (espectroscopia fotoelectrónica de rayos X).
- preparación de electrodos con la formulación habitual (PVdF en NMP), así como una formulación alternativa basada en un polímero y disolvente de carácter sostenible (ethocell y etanol como sustitutos del PVdF y NMP)
- evaluación electroquímica en dos ventanas de potencial, es decir, como electrodo positivo y negativo, en celda Swagelok de 3 electrodos frente a electrodo de referencia de Ag/AgCl.
- montaje y optimización de una celda completa de ión-sodio acuosa utilizando el material sintetizado en ambos electrodos.

El alumno ha desarrollado su TFG en la misma temática (*Urdin prusiarraren analogoak anodo gisa Na-ioi bateria urtsuetan*) y con los mismos codirectores, pero centrándose solo en la síntesis y evaluación de este material como ánodo. Por ello, la novedad de esta propuesta de TFM consiste en la evaluación como cátodo, el cambio en la formulación del electrodo y el ensamblaje y optimización de una batería completa acuosa de ión-sodio.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Control del magnetismo en materiales 2D bajo deformación mecánica

Director: M. Reyes Calvo Urbina

e-mail: reyes.calvo@bcmaterials.net

Co-director: José María Porro Azpiazu

e-mail: jm.porro@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials

Resumen:

Los materiales bidimensionales (2D) - constituidos por una o muy pocas capas de espesor atómico- han revolucionado la física y la ciencia de materiales en las dos últimas décadas. Desde el descubrimiento del grafeno en 2005, se han estudiado cientos de nuevos materiales 2D. Entre ellos, los imanes 2D abren un nuevo camino hacia dispositivos ultrafinos y flexibles con funcionalidades ópticas, electrónicas y espintrónicas. Sin embargo, la mayoría sólo son magnéticos a muy bajas temperaturas, lo que limita su aplicación.

En este trabajo exploraremos una estrategia prometedora para controlar y potenciar el magnetismo mediante deformación mecánica (strain engineering). El estudiante participará en todas las etapas del proceso: desde la preparación de muestras 2D y dispositivos ópticos sencillos, hasta la caracterización óptica y magneto-óptica. Las tareas incluirán también la preparación de dispositivos en sustratos flexibles y con alto índice de expansión térmica controlar los niveles de deformación inducida. El proyecto combina ciencia fundamental con técnicas experimentales punteras, y ofrece al estudiante la oportunidad de familiarizarse con las herramientas utilizadas en investigación actual en materiales cuánticos y nanociencia.

Objetivos

- Preparar y caracterizar materiales 2D magnéticos
- Determinar sus propiedades ópticas (espesor, índice de refracción, respuesta espectral).
- Caracterización de propiedades magneto-ópticas mediante microscopía Kerr.
- Analizar cómo la deformación afecta las propiedades ópticas y magnéticas.

Metodología a emplear

- Preparación de muestras: exfoliación mecánica, micro manipulación y transferencia determinista seca.
- Caracterización: microscopía de fuerza atómica, microreflectancia con resolución espectral.
- Caracterización óptica y magneto-óptica: a temperatura variable mediante microscopía Kerr.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Dynamic Surfactants for the synthesis of anisotropic plasmonic nanoparticles.

Director: Leonardo Scarabelli

e-mail: leonardo.scarabelli@unican.es

Co-director: Marta Norah Sanz Ortiz

e-mail: martanorah.sanz@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria, Dpto. de Química e Ingeniería de Procesos y Recursos

Alumno (si hubiera uno concertado):

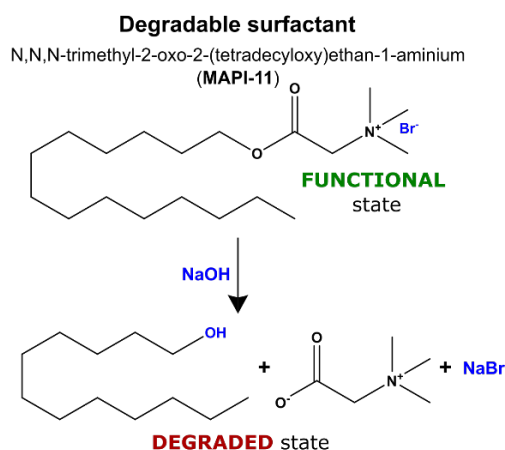
Resumen:

The ability to control optical, electrical, and catalytic properties of colloidal nanosystems relies on the ability to control their nanoscale chemical environment and physical properties, including the selection of specific crystallographic habits, the precise orientation of (bio)molecules at the nanostructure's surface, and the inclusion of synergistic chemical functionalities.¹⁻³ However, a systematic review of synthetic protocols for the preparation of nanoparticles across the entire periodic table reveals how the library of surfactant species used to stabilize particles during growth is actually extremely narrow.¹⁰

The core idea of this TFM is to expand this library to include newly designed switchable surfactants for the synthesis of anisotropic plasmonic nanoparticles.

Switchable surfactants are molecular species that present tensioactive properties in specific chemical environments, and whose behavior can be dynamically (and reversibly) controlled using simple chemical and physical inputs.

The foundational idea of the project is the substitution of the standard cetyltrimethylammonium bromide (CTAB), with a molecular system that presents a switchable tensioactive nature, and that can be quantitatively degraded leaving a "pristine" metallic surface. Specifically, the introduction of an ester moiety linking the quaternary ammonium salt to the aliphatic chain enables degradation of the amphiphilic structure by base-catalyzed hydrolysis (**Figure**).



The objective of the TFM is to *apply pH-based dynamic surfactant MAPI-11 for the preparation of anisotropic plasmonic nanoparticles*. The synthetic surfactant MAPI-11 will be synthesized by a collaborator at the university of Santiago de Compostela (Prof. J. Mosquera), and the characterization of the synthesized colloidal system combines complete optical and morphological characterization carried out in the NanoOddLAB.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER
CURSO 2025/26

Título: Nanoscale welding *via* laser irradiation of plasmonic colloidal metasurfaces.

Director: Leonardo Scarabelli

e-mail: leonardo.scarabelli@unican.es

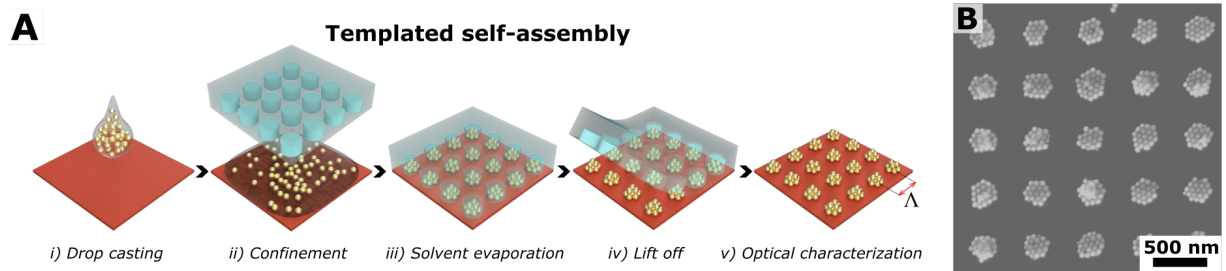
Co-director: Marta Norah Sanz Ortiz

e-mail: martanorah.sanz@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria, Dpto. de Química e Ingeniería de Procesos y Recursos

Resumen:

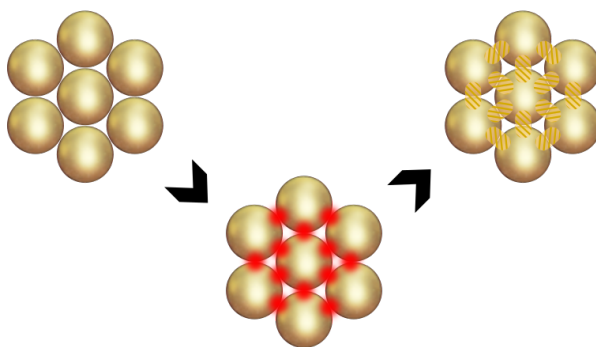
Template-assisted colloidal self-assembly has emerged as a versatile and high-throughput technique for the preparation of colloidal plasmonic metasurfaces (**Figure A-B**), which in the past decade found application in a diverse range of scientific fields, going from biosensing to communication, from photonics to counterfeiting, from optoelectronics to catalysis.



The core idea of this TFM is to explore a new avenue for the rational modification of the plasmonic array repeating unit, addressing an urgent need of the community to increase versatility and control over the optical response of the prepared metasurfaces.

Gold colloids of 50 nm in diameter will be synthesized and assembled into square arrays with variable pitch. Once the assembly is completed, the obtained metasurfaces will be irradiated with a supercontinuum high power pulsed laser, inducing drastic change in their crystal structure in the form of localized welding of neighbor particles (**Figure C**).

C Plasmon-driven optical welding



The TFM will also explore the possibility to include multimetallic systems in collaboration with Prof. Gonzalez Rubio (Universidad Complutense de Madrid). Here, the possibility to control welding at the nanoscale will enable us to induce and control the formation of alloys within fabricated metasurfaces, with far reaching impact in their application as the next generation of photocatalytic surfaces.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Next-gen Jumping Crystals for Smart Actuators

Director: Begoña Bazán Blau

e-mail: bego.bazan@ehu.eus

Co-director: Jacopo Andreo

e-mail: jacopo.andreo@bcmaterials.net

Centro: Basque Center for Materials, Applications & Nanostructures

Alumno: Pablo Martínez Salas

Resumen:

Salient crystals are an emerging class of materials that display abrupt and discontinuous mechanical responses, such as jumping, snapping, or bending, when subjected to small external stimuli. These thresholded transformations contrast with the gradual responses typically observed in most adaptive materials, providing discrete, switch-like actuation. Such characteristics make salient crystals highly promising for applications in soft actuators, where efficiency, selectivity, and precision of response are critical.

To date, salient crystals have largely been limited to small-molecule systems, which often suffer from poor mechanical robustness, limited scalability, and weak resilience under repeated cycling. Coordination polymers (CPs) represent a promising alternative to overcome these limitations. Their structural and chemical modularity, coupled with inherent dynamic behaviour (including flexibility, breathing, and phase transitions), offers unique opportunities to design and tune salience in a controlled manner. By leveraging these attributes, CPs can be engineered to exhibit enhanced actuation stability, adjustable thresholds, and improved mechanical performance.

This project will focus on the rational design and optimization of CP-based salient systems. Specific objectives include tailoring the structural features that govern salience, improving resilience to repeated actuation cycles, and exploring strategies to integrate salient crystals into composite matrices for enhanced mechanical reliability. The overarching goal is to transform salience from a rare phenomenon into a versatile design principle for next-generation actuators.

The selected Master's student will receive comprehensive training across synthesis, materials processing, and advanced characterization techniques. The skill set will include organic and coordination chemistry for ligand and CP synthesis; crystal engineering and growth control; and the use of microfluidic approaches for advanced materials processing. Characterization training will encompass powder and single-crystal X-ray diffraction, infrared and Raman spectroscopy, scanning electron microscopy, thermal analysis, and in situ monitoring of structural transitions.

The interdisciplinary nature of the project will provide a strong foundation at the interface of chemistry, materials science, and soft robotics, equipping the student with transferable skills for both academic and applied research environments.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Influencia de la microestructura del acero sobre el avance de la corrosión y comportamiento frente a Hidrógeno en distintas condiciones

Directora: Enara Mardaras Andres

e-mail: emardaras@azterlan.es

Co-directora: Maite Insausti

e-mail: maite.insausti@ehu.eus

Centro: Departamento Química Orgánica e Inorgánica (EHU) y AZTERLAN

Resumen:

El desarrollo de nuevos materiales avanzados y procesos de fabricación eficientes para sistemas de conversión y almacenamiento de energía son clave. Nos encontramos en un momento crucial desde el punto de vista de producción, distribución y uso del hidrógeno como fuente de energía. De forma paralela, la búsqueda de recursos de gas natural y la producción de energías renovables *offshore* aumenta las exigencias sobre los aceros en ambientes corrosivos, donde el control de la corrosión debida al hidrógeno es prioritario. Debido a las características del H₂ se presentan desafíos únicos para los materiales que están en contacto, debido principalmente, a su capacidad de causar fragilización en los mismos. Además, la seguridad es una preocupación fundamental en el diseño y su respuesta en servicio. La selección de un material adecuado para su uso implica varios factores, compatibilidad con Hidrógeno (fragilización a hidrógeno, ataque a hidrógeno, porosidad, permeación y difusión), compatibilidad con materiales contiguos, compatibilidad con condiciones de uso (cambios de temperatura y presión), compatibilidad con las condiciones ambientales... Cada material, debe ser cuidadosamente caracterizado y evaluado antes de ser expuesto a entornos con hidrógeno y ambientes hostiles. A partir de este punto, se plantearán alternativas de materiales, aceros, materiales de alta entropía o híbridadas.

Este trabajo de fin de master se centra en la necesidad de conocer el comportamiento de distintos aceros/materiales en distintos ambientes hostiles para poder utilizar este conocimiento en el diseño de componentes industriales. La investigación se va a centrar en caracterizar electroquímicamente los comportamientos de distintos aceros a corrosión y al contacto de hidrógeno.

Objetivos

- Conocer la influencia de la microestructura en el comportamiento a corrosión y permeación
- Conocer la influencia de las distintas variables como temperatura o medio
- Conocer la influencia de tratamientos térmicos o superficiales en el comportamiento a corrosión y permeación.

Metodología

- Ensayos electroquímicos
- Ensayos de permeación
- Caracterización microestructural mediante microscopía óptica y de barrido.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Magnetoelastic resonance sensors functionalized with Metal–Organic Frameworks for greenhouse gas detection and capture

Director: Alfredo García Arribas *e-mail:* alfredo.garcia@ehu.eus

Centro: Departamento de Electricidad y Electrónica, UPV/EHU

Director: Roberto Fernández de Luis *e-mail:* roberto.fernandez@bcmaterials.net

Centro: BCMATERIALS, Basque Center for Materials, Applications & Nanostructures

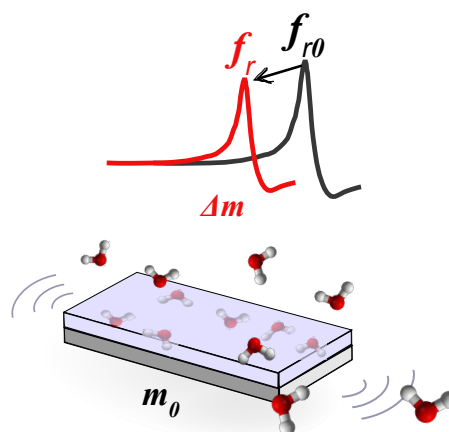
Resumen:

Anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions are accelerating climate change, and despite rapid advances in renewable energy, achieving a zero-emission society remains a long-term goal. Direct Air Capture (DAC) technologies are therefore emerging as essential tools for mitigating atmospheric GHG levels. While most research has focused on CO₂, current efforts are expanding toward the capture of hydrophobic GHGs such as methane and SF₆, whose efficient removal could significantly alleviate near-term warming effects.

Microporous materials, particularly Metal–Organic Frameworks (MOFs), play a key role in DAC due to their tunable chemical and structural properties. However, their performance is often limited by competitive water adsorption. Building on previous work with Zeolitic Imidazolate Frameworks (ZIFs), this project will refine synthesis strategies to modify metal coordination environments and generate new, functionalizable open metal sites with enhanced affinity for hydrophobic GHGs.

Magnetoelastic Resonance (MER), a wireless mass-sensing technique, will be employed to investigate the adsorption performance of the newly developed materials. A fully operational MER experimental setup will be used to extend this technique to the detection of GHGs using novel MOF formulations. The materials will be processed as thin films deposited onto magnetoelastic resonators, allowing real-time monitoring of gas adsorption processes. The sensor response will be analyzed to determine the concentration of target gases and to quantify their dynamic adsorption capacity. These results will be compared with conventional sorbent bed column data to validate performance.

The study will also address cross-sensitivity to water vapor, selectivity among different GHGs, and material reusability under cyclic operation. Advanced spectroscopic techniques (e.g., infrared and X-ray spectroscopy) will be employed to elucidate adsorption mechanisms and structural changes during gas interaction. The ultimate objective is to develop a new generation of MOF-based materials with improved selectivity, sensitivity, and stability for the efficient direct air capture of hydrophobic greenhouse gases.



¹B. Sisniega, R. Fernández de Luis, J. Guiérrez and A. García-Arribas. APL Matter. **12** 071123 (2024) <https://doi.org/10.1063/5.0206165>

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Determinación de las propiedades ópticas en el infrarrojo de superaleaciones base cromo y sus óxidos a alta temperatura

Director: Gabriel Alejandro López

e-mail: gabrielalejandro.lopez@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Departamento de Física

Co-director: Iñigo González de Arrieta Martínez

e-mail: inigo.gonzalezdearrieta@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Departamento de Física

Alumna: Irati Tolosa Lecea

Resumen:

Las superaleaciones de base Ni y Co empleadas actualmente en aplicaciones de alta temperatura (por ejemplo, en aeronáutica) adolecen de una densidad excesiva, la cual limita severamente la eficiencia de los sistemas de conversión de energía basados en esta tecnología. Esta problemática ha sido abordada por numerosos autores y se han desarrollado alternativas basadas en nuevos materiales metálicos e intermetálicos, pero siempre con un mismo dilema: la imposibilidad de combinar resistencia a la oxidación con ductilidad.

La solución sólida monofásica Cr-36.1Mo-3Si (at.%) se revela como una alternativa atractiva para resolver este rompecabezas, dada su combinación de una base cromo (por tanto, formadora del óxido protector Cr₂O₃) con una estructura cristalina BCC desordenada, con ductilidad mejorada. En este trabajo se pretende profundizar en el estudio de la evolución microestructural de este material en condiciones oxidantes hasta 1100 °C y conocer e interpretar sus propiedades ópticas en el infrarrojo, cruciales para su aplicación en sistemas de conversión de energía a alta temperatura. Para la realización de estas tareas, se contará con el emisómetro HAIRL del Grupo de Investigación en Propiedades Termofísicas, así como con el equipamiento de los Servicios Generales de Investigación de la UPV/EHU.

Referencias

1. F. Hinrichs, A. Kauffmann, A.S. Tirunilai, D. Schliephake, B. Beichert, G. Winkens, K. Beck, A.S. Ulrich, M.C. Galetz, Z. Long, H. Thota, Y. Eggeler, A. Pundt, M. Heilmaier, A novel nitridation- and peeling-resistant Cr-Si-Mo alloy, *Corrosion Science* 207 (2022) 110566.
2. I. González de Arrieta, T. Echániz, J.M. Olmos, R. Fuente, I. Urcelay-Olabarría, J.M. Igartua, M.J. Tello, G.A. López, Evolution of the infrared emissivity of Ni during thermal oxidation until oxide layer opacity, *Infrared Physics & Technology* 97 (2019) 270-276.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Optimización de señales electromagnéticas en medidas con VNA en el espacio libre para la caracterización de materiales

Director: Jon Gutiérrez Etxebarria

e-mail: jon.gutierrez@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco. Departamento de Electricidad y Electrónica.

Tutor: Rafael García Etxabe

e-mail: etxabe@gaiker.es

Centro: Gaiker

Alumno: Héctor Cabrera

Resumen:

GAIKER dispone de un Analizador de Redes Vectoriales (VNA) equipado con dos antenas de doble polarización que permite la caracterización de materiales a frecuencias de microondas y ondas milimétricas en espacio libre. Aparte de las aplicaciones obvias en telecomunicaciones y radar, la instalación permite determinar las propiedades electromagnéticas fundamentales de los materiales sin contacto físico, teniendo aplicación como técnica de ensayo no destructivo.

Además el sistema se ha acoplado a un equipo de ensayos dinámicos lo que posibilita la aplicación de cargas mecánicas simultáneamente a la inspección de materiales compuestos. Con estos recursos, el centro está llevando a cabo trabajos de investigación para desarrollar nuevos sensores a partir de materiales ferromagnéticos.

El objetivo final se orienta a una solución sencilla e industrialmente viable, evitando en lo posible tareas de desensamblado y desplazamiento de piezas a instalaciones peculiares equipadas con cámaras anecoicas y elementos específicos. Sin embargo, la identificación de interferencias y reducción de ruidos ajenos a las medidas es un aspecto fundamental que no es posible obviar para determinar cuáles son los factores que influyen en la medida.

Por ello se plantea este Trabajo Fin de Máster cuya actividad principal será la **optimización de señales electromagnéticas en medidas con VNA en el espacio libre, adaptando los resultados a las particularidades y requerimientos de las instalaciones de GAIKER.**

Para ello se han planteado las siguientes tareas:

- T1. Definición de especificaciones y requerimientos
- T2. Análisis de entorno/s: reflexiones, interferencias...
- T3. Evaluación equipamiento: calibración, hardware...
- T4. Propuesta de mejora/s e implantación.
- T5. Rendimiento. Medidas y determinación de la mejora.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Desarrollo de materiales sostenibles para la eliminación de antioxidantes derivados del caucho en aguas contaminadas

Director: Antonio Veloso Fernández

e-mail: antonio.veloso@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Departamento de Química Física.

Co-director: Jorge Sáiz Galindo

e-mail: jorge.saiz@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials, Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures

Resumen:

Este trabajo aborda el desarrollo de estrategias sostenibles para la eliminación de N-(1,3-dimetilbutil)-N'-fenil-p-fenilendiamina (6PPD), su producto de transformación 6PPD-quinona (6PPDq) y compuestos análogos procedentes del uso de antioxidantes en matrices de caucho, como neumáticos o suelas técnicas. Estos contaminantes emergentes presentan elevada persistencia y toxicidad en entornos acuáticos, lo que supone un riesgo significativo para la biota y la calidad de las aguas superficiales.

El proyecto combina la síntesis de materiales adsorbentes biobasados y fotocatalizadores inorgánicos como enfoques complementarios para la eliminación y degradación de dichos compuestos. Se diseñarán adsorbentes a partir de biopolímeros naturales (pectina, alginato, carragenano y proteína de soja) y materiales fotocatalíticos basados en TiO_2 , CuO y SnO_2 . La eficacia de adsorción y fotodegradación se evaluará mediante ensayos cinéticos y de isothermas, analizando las transformaciones químicas y productos de degradación por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas de alta resolución (LC-HRMS).

Asimismo, se llevará a cabo una evaluación de la ecotoxicidad in-silico de los productos de transformación para determinar el impacto ambiental global de los procesos. Se espera obtener materiales sostenibles con elevada capacidad de eliminación, establecer modelos cinéticos de degradación y aportar conocimiento sobre la seguridad ambiental de los tratamientos propuestos. En conjunto, los resultados contribuirán al desarrollo de tecnologías avanzadas para la gestión de aguas contaminadas por aditivos de caucho, con potencial aplicación en la depuración de escorrentías urbanas y sistemas de tratamiento sostenible.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Aplicación de materiales 2D para degradación de plásticos en agua y conversión en químicos de valor añadido mediante métodos catalíticos híbridos

Director: Antonio Veloso Fernandez *e-mail:* antonio.veloso@ehu.eus

Universidad y departamento: UPV/EHU, Departamento de Química Física

Co-director: Hugo Higinio de Barros Machado Martins Salazar *e-mail:*

hugo.salazar@bcmaterials.net

Centro externo: BCMaterials, Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures

Resumen

La contaminación del agua es una de las problemáticas ambientales más críticas a nivel global. Entre los contaminantes, los plásticos, especialmente las poliolefinas como el polietileno (PE) y poliestireno (PS), representan un desafío particular debido a su elevada estabilidad, baja biodegradabilidad y acumulación persistente en ecosistemas acuáticos. La creciente demanda de estos materiales agrava su impacto, generando riesgos ecológicos y potenciales efectos tóxicos sobre organismos y seres humanos.

En este contexto, el desarrollo de nuevas estrategias para la degradación y valorización de poliolefinas es urgente. Los materiales bidimensionales (2D), como g-C₃N₄, MXenes y MoS₂, ofrecen soluciones innovadoras gracias a su alta área superficial, química superficial ajustable y propiedades electrónicas únicas. Estas características los hacen especialmente adecuados para su aplicación en procesos catalíticos híbridos – fotocátalisis, piezocátalisis y su combinación – que permiten no solo degradar poliolefinas, sino también convertirlas en productos químicos de valor añadido, como ácidos orgánicos e hidrocarburos.

Este proyecto pretende investigar la aplicación de materiales 2D en la degradación catalítica de poliolefinas en fase acuosa, mediante la integración de diferentes métodos catalíticos híbridos. El proyecto tiene como objetivos:

1. Síntesis y funcionalización de catalizadores 2D para maximizar sus propiedades catalíticas, incluyendo área superficial, conductividad y propiedades electrónicas;
2. Optimización de la sinergia entre los efectos catalíticos para mejorar la generación de especies reactivas y la transferencia de electrones;
3. Analizar el mecanismo de degradación de poliolefinas en diferentes superficies y su selectividad para químicos de valor añadido;

Los resultados de este proyecto contribuirán al desarrollo de tecnologías de tratamiento de residuos plásticos más eficientes, sostenibles y con alto potencial de valorización, impulsando la transición hacia una economía circular en el sector del agua y los plásticos.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Desarrollo de nuevas soluciones para el packaging activo a partir de extractos de algas

Director: Estibaliz Hernáez Laviña

e-mail: estibaliz.hernaez@ehu.eus

Centro: Dpto. Química Física

Alumno: Beatriz Gutiérrez

Resumen:

El proyecto se centra en el desarrollo de sistemas de envasado activo y recubrimientos funcionales basados en biopolímeros obtenidos a partir de la valorización integral de residuos de algas marinas y subproductos agroalimentarios. Mediante la aplicación de tecnologías de extracción verde (microondas, ultrasonido y disolventes sostenibles), se recuperarán polisacáridos estructurales como carragenanos, alginatos y quitosano, junto con compuestos bioactivos de alto valor añadido con propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Estos compuestos se formularán en matrices biodegradables y termoformables, optimizando sus propiedades mecánicas, barrera, ópticas y de liberación controlada para su aplicación como envases y films activos.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Interacciones magnéticas entre óxidos de níquel y láminas ultrafinas de Co/Pt.

Director: Rafael Morales Arboleya

e-mail: rafael.morales@ehu.eus

Centro: UPV/EHU-Dpto. de Química Física

Co-director: José María Porro Azpiazu

e-mail: jm.porro@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials -Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures

Resumen:

Este Trabajo Fin de Máster se centra en el estudio de las interacciones magnéticas entre óxidos de níquel (NiO) y láminas ultrafinas de cobalto y platino (Co/Pt). El objetivo de comprender cómo las interacciones entre materiales con diferente orden magnético afectan la anisotropía magnética perpendicular (PMA) de la heteroestructura. La investigación aborda la fabricación controlada de capas de NiO mediante técnicas de deposición física y tratamientos térmicos, así como su integración con sistemas Co/Pt conocidos por su fuerte anisotropía perpendicular inducida por interfaz.

Se utilizarán técnicas de evaporación en alto vacío para fabricar las multicapas, magnetometría para analizar sus propiedades magnéticas y difracción de rayos X para su caracterización estructural.

Este estudio busca aportar conocimiento fundamental para el diseño de heteroestructuras funcionales en aplicaciones espintrónicas, donde el control de la anisotropía magnética es clave para el desarrollo de dispositivos de memoria y lógica de nueva generación.

Este Trabajo Fin de Máster es remunerado.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Evolución de la banda prohibida del $\text{Cs}_2\text{AgFeCl}_6$ en condiciones de alta presión

Director: Virginia Monteseuro Padrón *e-mail:* Virginia.Monteseuroj@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Co-director o Tutor: Javier Ruiz Fuertes *e-mail:* ruizfuertesj@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Alumno: Alejandro Rubio Bárcena

Resumen:

El compuesto $\text{Cs}_2\text{AgFeCl}_6$ pertenece a la familia de los haluros dobles con estructura tipo perovskita, y ha despertado un creciente interés en la comunidad científica debido a sus propiedades electrónicas singulares. A pesar de los avances recientes en la síntesis y caracterización de estos materiales, aún existen aspectos fundamentales por explorar, especialmente en lo que respecta a su comportamiento bajo condiciones extremas como la alta presión.

En este trabajo se propone un estudio detallado del $\text{Cs}_2\text{AgFeCl}_6$ mediante técnicas espectroscópicas sensibles a cambios estructurales y electrónicos. En primer lugar, se empleará espectroscopía Raman a alta presión para investigar posibles transiciones de fase inducidas por compresión. Esta técnica permitirá detectar modificaciones en los modos vibracionales del sistema, lo que podría evidenciar cambios en la simetría cristalina o en la dinámica de los enlaces químicos internos.

Paralelamente, se llevará a cabo un análisis de la evolución de la banda prohibida del material mediante espectros de absorción óptica bajo las mismas condiciones de presión. Este enfoque permitirá correlacionar los cambios estructurales observados con variaciones en las propiedades electrónicas, proporcionando una visión más completa del comportamiento del $\text{Cs}_2\text{AgFeCl}_6$ frente a la compresión.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Caracterización morfológica, mecánica y magnética de vesículas extracelulares por medio de microscopía de fuerzas atómicas y magnéticas

Director: César Moreno Sierra

e-mail: cesar.moreno@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria, CITIMAC

Alumno: Paula Pereda Olea

Resumen:

La fibrosis cardíaca es una condición patológica secundaria a diversas enfermedades cardiovasculares, como la hipertensión arterial o el mal funcionamiento valvular. A pesar de estar asociada a la mayoría de las enfermedades cardíacas, actualmente no existe un tratamiento específico y efectivo para la fibrosis. En este contexto, las vesículas extracelulares (EVs) están emergiendo como una herramienta innovadora en terapias dirigidas. Las EVs constituyen un conjunto heterogéneo de biotransportadores derivados de la membrana celular, presentes en distintos fluidos biológicos, y desempeñan un papel fundamental en la comunicación celular, tanto en condiciones fisiológicas como patológicas.

Dado el papel central que desempeñan las EVs en los procesos de fibrosis cardíaca y su potencial como sistemas de liberación dirigida de fármacos, el objetivo principal de este trabajo es caracterizar sus propiedades morfológicas y mecánicas mediante microscopía de fuerzas atómicas (AFM), una técnica de alta resolución que permite medir, de forma no invasiva y sin marcadores fluorescentes, parámetros como: la modulación de elasticidad (medida a través del módulo de Young) de la membrana vesicular, la resistencia a la deformación, evaluando la respuesta a fuerzas de compresión controladas o la heterogeneidad estructural entre subpoblaciones de EVs, lo que puede correlacionarse con su origen celular o contenido específico.

Además, como paso clave hacia la prueba de concepto de su uso como vehículos terapéuticos, se evaluará la capacidad de encapsulación de fármacos, incorporando nanopartículas de hierro en las vesículas. La caracterización de sus propiedades magnéticas a escala local se realizará mediante microscopía de fuerzas magnéticas (MFM), lo que permitirá explorar su potencial guiado por campos magnéticos para aplicaciones terapéuticas avanzadas.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

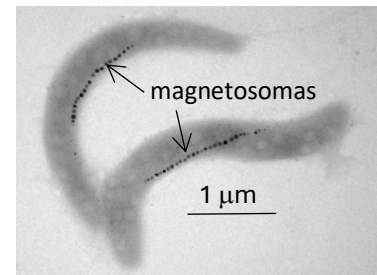
Título: Caracterización magnética y estructural del proceso de degradación de nanopartículas magnéticas sintetizadas por bacterias magnetotácticas

Directora: Ana García Prieto
Centro: Dpto. Física Aplicada, UPV/EHU

e-mail: ana.garciap@ehu.eus

Resumen:

Las nanopartículas magnéticas despiertan gran interés como agentes biomédicos. Por ejemplo, pueden usarse para transportar medicamentos a lugares concretos del organismo mediante campos magnéticos externos, para calentar células cancerosas al liberar calor bajo campos magnéticos alternos (hipertermia magnética), o como contraste para diagnóstico por resonancia magnética nuclear. Existe un tipo de nanopartículas magnéticas, llamadas magnetosomas, que son sintetizadas por bacterias magnetotácticas. Los magnetosomas constan de un núcleo mineral de Fe (normalmente magnetita, Fe_3O_4) o greigita (Fe_3S_4) rodeado de una membrana proteolipídica. Los magnetosomas forman cadenas en el interior de la bacteria que permite a ésta orientarse con el campo magnético terrestre.



Bacteria magnetotáctica
Magnetospirillum gryphiswaldense

Los magnetosomas presentan algunas cualidades (por ejemplo, su uniformidad morfológica, pureza química, tamaño en el rango de los monodominios magnéticos estables a temperatura ambiente o la membrana biocompatible) que las hacen muy interesantes para aplicaciones biomédicas. En el Grupo de Magnetismo y Materiales Magnéticos en el que se enmarca este proyecto estudiamos la interacción de los magnetosomas de la bacteria *Magnetospirillum gryphiswaldense* MSR-1 con células cancerosas. En particular, nos interesa conocer cómo degradan y eliminan las células los magnetosomas después de que haber sido sometidas al tratamiento por hipertermia magnética.

Para analizar la transformación que sufre la fase inicial de magnetita a medida que se degrada, utilizaremos técnicas de magnetometría y de radiación sincrotrón, principalmente XANES (x-ray absorption near edge structure), técnica que aporta información acerca de las diferentes fases de Fe presentes en la muestra.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Electro/magneto-adaptive hydrogels for tissue regeneration

Director: Leyre Pérez Álvarez

e-mail: leyre.perez@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Departamento de Química Física

Resumen:

The field of regenerative medicine is undergoing an intense evolution encouraged by new approaches based on the use of smart and multifunctional materials. In recent years, materials capable of mimicking cellular microenvironments have proven essential for the successful regeneration of certain tissues. In this context, hydrogels have emerged as excellent candidates. Hydrogels with advanced properties not only support cell growth in biomimetic environments but can also contribute with physiologically relevant stimuli, such as electrical and magnetic stimuli, or are capable of sensing physiological activity. These hydrogels must degrade and resorb together with the formation of new tissue. Material degradation involves a continuous evolution of the properties of the cell microenvironment and the rate at which this must occur is particular to each tissue and site in the organism. Besides, 3D-printing technologies have gained great interest in the manufacturing of 3D scaffolds within tissue engineering and personalized medicine.

Taking the above into account, this project proposes the development of a new generation of 3D-printable hydrogels able to modify their properties throughout the regeneration process. The materials will be based on combining natural hydrogels (e.g. alginate or chitosan, among others) with electric and magnetic fillers, which help modulate electrical conductivity and/or magnetic response and cell-biomaterial interaction.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Designing Biohybrid Dye-Cytochrome systems for Light-driven Electron Transfer Studies
Diseño de sistemas biohíbridos fotosensibilizador–citocromo para estudiar la transferencia de electrones inducida por luz

Director: Santiago Rodriguez Jimenez *e-mail:* santiago.rodriguez@bcmaterials.net
Co-director: Virginia Martinez Martinez *e-mail:* virginia.martinez@ehu.eus
Centro: BCMaterials / Departamento de Química Física (UPV/EHU)

Resumen:

Los **citocromos** son proteínas redox que facilitan la transferencia de electrones en procesos bioenergéticos. Un ejemplo destacado es **MtrC** de la bacteria *Shewanella oneidensis*, que contiene diez metaloporfirinas tipo hemo, permitiendo la transferencia de electrones dentro y fuera de la célula bacteriana. Además, **MtrC puede ser rediseñada para integrar grupos funcionales compatibles con “click chemistry”**, lo que posibilita la conjugación de moléculas funcionales, como fotosensibilizadores moleculares y catalizadores. Esto nos permite aprovechar la maquinaria metabólica de microorganismos como *Shewanella oneidensis*, transformándolos en auténticas factorías químicas vivientes.

De especial interés son los **fotosensibilizadores moleculares** de tipo I, capaces de absorber luz solar y transferir electrones a otras especies que los utilizan en reacciones químicas. Gracias a su naturaleza molecular, su estructura puede modificarse sintéticamente de manera sencilla, permitiendo la inclusión de grupos funcionales para “click chemistry” y la optimización de sus propiedades foto-redox y ópticas. Esto ofrece la posibilidad de crear **sistemas biohíbridos**, donde fotosensibilizadores y citocromos se ensamblan para controlar la transferencia de electrones mediante luz.

Este proyecto se centra en el diseño de nuevos **sistemas biohíbridos fotosensibilizador–citocromo MtrC**, sentando las bases para futuras aplicaciones en **bioenergía y bioelectrónica**. Este un proyecto altamente interdisciplinario, que permitirá al estudiante fortalecer sus conocimientos en **síntesis química y espectroscopía**, además de adquirir experiencia en **biología y purificación de proteínas**.

Los objetivos principales del proyecto son:

1. **Síntesis y caracterización de los fotosensibilizadores.** Estos estarán basados en complejos de porfirinas y polipiridinas, y compuestos orgánicos como BODIPYs, conteniendo grupos funcionales para “click chemistry”, y serán caracterizados fisicoquímicamente utilizando RMN, técnicas electroquímicas, y espectroscopías de UV-vis y fluorescencia.
2. **Obtención y purificación de la proteína MtrC.** La proteína que será utilizada ya ha sido modificada con un grupo funcional que permite “click chemistry”. El estudiante cultivará los microorganismos que expresarán la proteína en incubadoras, purificará dicha proteína utilizando columnas de Strep-Tactin y confirmará su pureza mediante electroforesis.
3. **Ensamblaje mediante “Click chemistry” y estudio de la transferencia de electrones** en solución. Los sistemas biohíbridos se caracterizarán mediante espectroscopia de masas y la transferencia de electrones fotoinducida se caracterizará mediante técnicas de espectroscopia de fluorescencia y ultravioleta-visible.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Evaluación de componentes de LPT (*Low Pressure Turbine*) expuestos a oxidación en temperatura elevada

Directora María Victoria Biezma Moraleda

e-mail: biezmav@unican.es

Centro: Departamento de Ciencia e Ingeniería del Terreno y los Materiales, UC

Tutor: Xabier Montero

e-mail: xabier.montero@itpaero.com

Centro: Departamento de Materiales y Procesos de ITP AERO

Resumen:

Los motores de avión están bajo condiciones de servicio cada vez más exigentes en, particular, a mayores temperaturas para mejorar su eficiencia y reducir tanto el consumo de combustible como sus emisiones. En una turbina de baja presión (LPT), hay componentes que están expuestos por su localización a temperaturas elevadas, cuyo efecto suele complicarse, debido a la formación de gases corrosivos por la combustión de queroseno o a la ingesta de sales o partículas por canales de enfriamiento. Por lo tanto, durante el funcionamiento de un motor, los componentes pueden verse sometidos a condiciones y temperaturas que superen la temperatura máxima de uso de muchos de sus componentes, lo que repercute tanto en una posible pérdida de sus propiedades y/o posible fallo del componente, comprometiendo el funcionamiento del motor.

Se han desarrollado y se aplican diferentes tipos de recubrimientos sobre estos componentes para aumentar el rango de temperaturas de servicio o su resistencia en ambientes corrosivos, con el fin de evitar la degradación del material de sustrato para que mantenga las propiedades mecánicas para las que el componente está diseñado. Suelen ser recubrimientos que generan óxidos estables o pasivantes cuando reaccionan con el entorno corrosivo.

Este Trabajo Fin de Máster, TFM, tiene como objetivo fundamental investigar la degradación de los componentes debido a la corrosión denominada "oxidación a alta temperatura". Para ello, se recopilará información de componentes de servicio que han sufrido dicho fenómeno, se contrastará con datos generados en experimentos de laboratorio con los mismos materiales y se intentará generar un modelo de estimación de tiempo de vida que ayudará a predecir el tiempo de uso de los componentes sin o con sus recubrimientos típicos; el análisis metalográfico tendrá un papel relevante en este estudio.

Este TFM tiene posibilidad de enmarcarse en prácticas extracurriculares, y con dotación económica por parte de la empresa ITP.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Compuestos heterometálicos 3d–4f constituidos a partir de polioxometalatos tipo Krebs

Director: Juan Manuel Gutiérrez Zorrilla López

e-mail: juanma.zorrilla@ehu.eus

Co-directora: Itziar Oyarzabal Epelde

e-mail: itziar.oyarzabal@bcmaterials.net

Centro: Departamento de Química Orgánica e Inorgánica UPV/EHU y BCMaterials

Alumno: Alejandro López Rodríguez

Resumen:

Los polioxometalatos (POMs) constituyen una amplia familia de clústeres metal-oxo aniónicos de alta simetría, típicamente formados por metales de los grupos 4, 5 y 6 en su máximo estado de oxidación (V^V , Mo^{VI} y W^{VI}). Entre las diversas familias de POMs descritas, los POMs tipo Krebs de fórmula general $[\{M(H_2O)\}_3(WO_2)_2(XW_9O_{33})]^{10-}$ destacan por su estructura inusual y su notable complejidad topológica. Descubiertos por Bernd Krebs y colaboradores en la década de 1980, estos clústeres presentan arquitecturas derivadas de unidades tipo Lindqvist o Anderson, interconectadas mediante puentes oxo- o hidroxilo.

Una característica distintiva de los POMs tipo Krebs es que su reacción con iones lantánidos ha demostrado ser una vía útil para incorporar simultáneamente metales de transición 3d y lantánidos 4f dentro de la misma estructura. Cuando estos centros metálicos se sitúan a distancias adecuadas, las interacciones electrónicas y magnéticas resultantes pueden dar lugar a propiedades magneto-ópticas singulares, tales como comportamientos de imán molecular (SMM) o emisión luminescente, entre otras. Además, la elevada versatilidad estructural y química de los POMs tipo Krebs permite la coordinación de ligandos orgánicos o la sustitución parcial de oxígenos por grupos funcionales específicos, ampliando significativamente su potencial en catálisis redox, diseño de materiales moleculares y ciencia de los materiales avanzados.

El presente proyecto tiene como objetivo dar continuidad al trabajo desarrollado durante el Trabajo de Fin de Grado (TFG), ampliando la familia de compuestos de fórmula $(Cs_2Na_{31})[\mu-Co\{BiW_9O_{33}\}_3\{W_4O_{14}\}BiSm(OAc)Co(H_2O)\}_2\{Bi_3O\}\{Bi_2Sm(OAc)O\}] \cdot \sim 92H_2O$ (**CoSm**) y $(CsNa_{36})[\mu-Co\{BiW_9O_{33}\}_3\{W_4O_{14}\}\{Bi_2CsO\}BiGd(OAc)Co(H_2O)\}_2\{WO_4\}_{0.5}] \cdot \sim 92H_2O$ (**CoGd**). En este trabajo, se abordará (a) la incorporación de otros lantánidos, (b) la modificación del metal de transición de la primera serie presente, (c) la sustitución del Bi por otros heteroelementos (e.g. Sb, Se, Te etc.), y/o (d) la sustitución del contraión mediante el uso de especies como amonio NH_4^+ o alquil-amonios cuaternarios NR_4^+ . Durante el desarrollo del TFG, la obtención de los compuestos se vio dificultada por la coprecipitación de especies secundarias y la necesidad de separar manualmente los cristales de los productos deseados. Por ello, en este trabajo se plantean diferentes estrategias sintéticas y metodológicas orientadas a optimizar la cristalización y pureza de los compuestos obtenidos.

Así, este Trabajo de Fin de Máster aborda la síntesis y caracterización de compuestos heterometálicos 3d–4f formados a partir de polioxometalatos tipo Krebs, cuya estructura cristalina y pureza se determinarán mediante difracción de rayos X en monocristal y muestra policristalina. En caso de obtener los materiales esperados en cantidades adecuadas, se procederá al estudio de sus propiedades magnéticas (susceptibilidad dc y ac) y propiedades luminescentes, con el fin de correlacionar su comportamiento físico con la naturaleza de los metales incorporados y su entorno estructural.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Estudio microestructural y magnético de aleaciones metamagnéticas Ni-Mn-Co-Ti con memoria de forma

Director: Patricia Lázpita Arizmendiarieta

e-mail: patricia.lazpita@ehu.eus

Co-director: Daniel Salazar

e-mail: daniel.salazar@bcmaterials.net

Centro: UPV/EHU, Electricidad y Electrónica -BCMaterials

Alumno: Nekane Villate Astorga

Resumen:

Las aleaciones metamagnéticas con memoria de forma (MMSMAs) representan una nueva clase de materiales multifuncionales que desarrollan efectos de magnetodeformación, magneto-calórico inverso, y magneto-resistencia gigantes como resultado de una transformación magneto-estructural. Estas propiedades, de gran interés tecnológico, están estrechamente relacionadas con las inestabilidades estructurales y magnéticas, y son consecuencia de la disminución del ferromagnetismo inducido por la transformación martensítica.

En este TFM se estudiarán aleaciones MMSMAs basadas en el sistema Ni-Mn-Co-Ti en forma de polvo, con el objetivo de analizar la influencia del tamaño de grano en sus propiedades estructurales, magnéticas y caloríficas. El trabajo incluirá la preparación y caracterización de muestras con diferentes distribuciones de tamaño de partícula mediante técnicas avanzadas de análisis estructural, térmico y magnético. A partir de estos estudios se pretende establecer la correlación entre la microestructura, las transformaciones estructurales y magnéticas, y la capacidad calorífica del material.

El estudiante obtendrá experiencia práctica en técnicas de fabricación de aleaciones (horno de inducción, fabricación mediante enfriamiento ultrarrápido, molienda mecánica) complementado con técnicas de caracterización como espectroscopía de rayos X de dispersión de energía (EDS), difracción de Rayos X, calorimetría diferencial de barrido (DSC), magnetometría de muestra vibrante (VSM), Magnetometría SQUID, entre otras.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Diseño y desarrollo de sensores magnetoelásticos para monitoreo/evaluación estructural inalámbrica en componentes aeroespaciales

Director: Daniel Salazar

e-mail: daniel.salazar@bcmaterials.net

Co-director: Andoni Lasheras

e-mail: andoni.lasheras@ehu.eus

Centro: BCMaterials y Departamento de Física EHU

Resumen:

Este TFM propone un enfoque innovador para la evaluación estructural inalámbrica (SHM) en componentes aeroespaciales, utilizando materiales magnetoelásticos (ME) que permiten el monitoreo de tensiones en tiempo real e *in-situ* en estructuras de aluminio. El mayor reto e impacto de este TFM radica en fabricar e integrar aleaciones magnetoelásticas en forma de cinta (Galfenol) en una aleación de aluminio de alta resistencia. Este proceso posibilita la colocación selectiva de polvos micrométricos y microcintas ME en zonas críticas, superando las limitaciones de las galgas extensométricas y las fibras ópticas usadas actualmente. El resultado es una plataforma de SHM embebida, selectiva y apta para el entorno espacial.

Durante la realización de este TFM, la/el estudiante tendrá que fabricar cintas ME en el laboratorio de metalurgia del BCMaterials, para su posterior caracterización en el laboratorio de magnetismo de la EHU. Además de trabajar en un entorno de investigación colaborativa a través de proyectos financiados por la Agencia Espacial Europea (ESA), la/el estudiante recibirá formación en diversas técnicas de fabricación y caracterización para desarrollar las siguientes tareas:

- Fabricación de aleaciones ME por medio de horno de arco y melt-spinning.
- Caracterización microestructural y composicional mediante SEM/EDX, AFM, XRD.
- Caracterización magnética usando magnetometría VSM y SQUID.
- Propiedades funcionales ME de las cintas y los componentes aeroespaciales desarrollados en el TFM. Parte de estos componentes serán desarrollados por impresión 3D en colaboración con University of Twente y DLR.
- Análisis y discusión de resultados en entorno colaborativo
- Informe de Trabajo Fin de Master

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Polímeros fotocurables de origen sostenible para impresión 3D y su aplicación como materiales funcionales

Director: Leire Ruiz Rubio

e-mail: leire.ruiz@ehu.eus

Co-director: Cristian Mendes Felipe

e-mail: cristian.mendes@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials /EHU

Alumno: Maider Gómez

Resumen: La fabricación aditiva, y en particular la impresión 3D basada en fotopolimerización (vat photopolymerization), se ha consolidado como una de las tecnologías más versátiles para la producción de objetos con alta resolución y geometrías complejas. El avance hacia materiales de origen sostenible ha impulsado un creciente interés en el desarrollo de resinas fotocurables derivadas de fuentes renovables, como aceites vegetales de soja, linaza o ricino, entre otros. Estos aceites, gracias a su estructura química rica en dobles enlaces, pueden ser modificados mediante reacciones de funcionalización (acrilación, epoxidación, entre otras) para dar lugar a monómeros y oligómeros adecuados para la fotopolimerización. De este modo, es posible sintetizar polímeros con propiedades mecánicas, térmicas y químicas ajustables, al tiempo que se reduce la dependencia de recursos fósiles.

Una vez sintetizados, estos materiales deben ser sometidos a un exhaustivo proceso de caracterización que permita evaluar su comportamiento fotopolimerizable, su cinética de curado bajo radiación ultravioleta (UV) o visible, así como sus propiedades finales tras el curado, incluyendo resistencia mecánica, estabilidad térmica, comportamiento dinámico y respuesta frente a estímulos externos. Esta caracterización es clave para establecer correlaciones entre la estructura molecular del polímero y su desempeño en aplicaciones finales.

La impresión 3D con polímeros fotocurables de origen sostenible no solo busca sustituir resinas comerciales derivadas del petróleo, sino también abrir nuevas oportunidades para el desarrollo de materiales funcionales. Gracias a la posibilidad de incorporar aditivos funcionales, estas resinas pueden ser diseñadas para aplicaciones avanzadas más allá de la mera fabricación estructural. En este sentido, su integración en dispositivos energéticos como baterías, actuadores o sensores resulta especialmente prometedora. Por ejemplo, matrices fotocurables basadas en aceites vegetales pueden servir como electrolitos sólidos poliméricos en sistemas de almacenamiento de energía, como componentes activos en sensores de deformación o humedad, o como materiales adaptativos en actuadores sensibles a estímulos.

El enfoque en el diseño y desarrollo de resinas fotocurables sostenibles no solo aporta beneficios ambientales al disminuir la huella de carbono y fomentar la economía circular, sino que también permite ampliar las funcionalidades de la impresión 3D. Con ello, se establece un puente entre sostenibilidad y tecnología avanzada, posicionando a estos materiales como candidatos clave para una nueva generación de aplicaciones en sectores emergentes que requieren tanto precisión de fabricación como capacidad de respuesta funcional.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Caracterización y Simulación de Superficies Microestructuradas para Aplicaciones de Emisividad

Director: Jorge Bañuelos Prieto

e-mail: jorge.banuelos@ehu.eus

Co-director: Josu M. Igartua Aldamiz

e-mail: josu.igartua@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco (EHU), Departamento de Física

Alumno: Ane Corujo Arteche

Resumen:

Objetivo principal

Establecer y validar métodos de caracterización de superficies, simulación y medida de emisividad en muestras patronadas de acero inoxidable, con el fin de comprender la influencia de la micro/nanoestructura en sus propiedades ópticas.

Introducción y estado del arte

La modificación de superficies mediante técnicas de microestructuración, generación controlada de surcos, por ejemplo, ha demostrado ser una estrategia efectiva para controlar las propiedades ópticas de los materiales, incluyendo la emisividad. Esas propiedades son cruciales en diversas aplicaciones, desde la gestión térmica hasta la energía solar. El trabajo propuesto se basará en estudios previos que han explorado la relación entre la morfología superficial y la respuesta óptica, como en la publicación [1]. Y, se centrará en la simulación, mediante Rigorous coupled-wave analysis (RCWA), y la caracterización experimental de las superficies estructuradas en acero inoxidable, para analizar cómo parámetros como el periodo y la profundidad de los surcos afectan a la emisividad. Además, se explorará la simulación de estas superficies para predecir su comportamiento óptico.

Sub-objetivos

- Investigar la influencia de diferentes periodos y profundidades en la emisividad de muestras de acero inoxidable AISI 304.
- Comparar el comportamiento óptico del acero inoxidable con el de una muestra de aluminio texturizada, analizando el impacto de la diferente permitividad y la capa de alúmina.

Lista de tareas

1. Caracterización morfológica de superficies: Realización de mediciones para caracterizar la morfología de las superficies estructuradas (periodo y profundidad de los surcos) de todas las muestras.
2. Medida de emisividad: Determinación de la emisividad de todas las muestras estructuradas, y de las muestras en su estado original (antes de ser patronadas).
3. Simulación óptica y análisis de datos: Desarrollo y aplicación de modelos de simulación (RCWA) para predecir la respuesta óptica de las superficies estructuradas, comparando los resultados con las mediciones experimentales y analizando la influencia de los parámetros estructurales.

Referencias:

1. Jon Gabirondo-López, Marcos Soldera, Josu M. Igartua, Andrés Fabián Lasagni, Gabriel A. López, Tuning infrared radiative properties using Direct Laser Interference Patterning. Materials Letters, Volume 391, 2025, 138485, ISSN 0167-577X, <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2025.138485>

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Desarrollo de electrodos transparentes para aplicaciones en fotoelectroquímica

Director: Francisco Javier del Campo

e-mail: Javier.delcampo@bcmaterials.net

Co-director: Leire Ruiz-Rubio

e-mail: leire.ruiz@ehu.eus

Centro: BCMaterials – Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures.

Resumen:

Este Trabajo Fin de Máster se enmarca en el proyecto nacional **HERMES** (*Harnessing Energy through new Materials, processes, and architectures in Self-powered Biosensing*), cuyo objetivo es desarrollar una nueva generación de dispositivos autoalimentados basados en semiconductores de óxidos metálicos obtenidos por síntesis acuosa y procesables mediante técnicas de impresión. En el marco de este proyecto se están desarrollando tintas funcionales y estrategias de fabricación de componentes electrónicos impresos sostenibles, con aplicaciones en sensores, biosensores y electrónica de bajo consumo.

El objetivo principal del TFM es **desarrollar tintas conductoras transparentes basadas en nanotubos de carbono multiwall (MWCNTs)** y aplicarlas en la **fabricación de sensores impresos mediante tampografía**. Estas tintas permitirán combinar conductividad eléctrica y transparencia óptica, propiedades esenciales para dispositivos optoelectrónicos y biosensores de próxima generación.

Objetivos específicos:

1. Formular tintas conductoras transparentes basadas en MWCNTs con aglutinantes poliméricos de baja toxicidad.
2. Optimizar los parámetros de impresión por tampografía (velocidad, presión, viscosidad, tipo de cliché y tampón).
3. Evaluar la conductividad, transparencia y adherencia de las capas impresas.
4. Fabricar y caracterizar prototipos de sensores conductivos y electroquímicos basados en las nuevas tintas.
5. Comparar la reproducibilidad y resolución obtenidas por tampografía frente a serigrafía.

Principales tareas:

- Dispersión y estabilización de MWCNTs en medios poliméricos compatibles con tampografía.
- Medidas de viscosidad y ajuste reológico de las formulaciones.
- Impresión de pistas y electrodos sobre diferentes sustratos (vidrio, PET, papel técnico).
- Caracterización eléctrica (resistencia por cuadrado, I-V) y óptica (transmitancia UV-Vis).
- Caracterización electroquímica y aplicación a un caso sencillo de detección.

El trabajo permitirá al estudiante adquirir experiencia en **formulación de materiales funcionales, procesado por impresión y caracterización eléctrica y óptica**, contribuyendo al avance de la tampografía como técnica emergente en electrónica impresa.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Impresión de sensores de gas para la detección de COVs mediante materiales conductores sintetizados y funcionalizados

Director: Bruna Ferreira Gonçalves *e-mail:* bruna.ferreira@bcmaterials.net
Centro: BCMaterials, Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures

Co-director: Patricia Lázpita *e-mail:* patricia.lazpita@ehu.eus
Centro: Departamento de Electricidad y Electrónica, Facultad de Ciencia y Tecnología, UPV/EHU

Resumen

Hoy en día, existe una creciente demanda de sensores químicos para detección de gases tóxicos derivados de la actividad industrial, como son los compuestos orgánicos volátiles (COV), dado que éstos son una gran amenaza para el medio ambiente y la salud humana. Los materiales porosos y conductores (electrónicos o iónicos) son el corazón de muchos de los sistemas de detección COV. Sin embargo, su selectividad siempre ha sido su talón de Aquiles. Es por ello que el desarrollo de materiales de detección con alta sensibilidad y selectividad hacia los analitos deseados a temperatura ambiente es de gran importancia.

Este proyecto propone el uso de materiales conductores innovadores, como materiales de detección debido a su compatibilidad con las aplicaciones de separación y adsorción de gases. Su síntesis y modificación química lograrán una mejor selectividad a los contaminantes. Para la integración de los materiales conductores como detectores de gas proponemos su deposición en electrodos impresos mediante serigrafía.

El objetivo final es desarrollar materiales activos conductores con que permitan llegar a una selectividad cruzada para la detección de COVs tóxicos. Para ello, desarrollaremos una matriz de sensores utilizando múltiples materiales integrados en un mismo sistema de detección. El proyecto tiene como objetivos:

1. Síntesis, funcionalización y caracterización eléctrica, morfológica y estructural de materiales conductores teniendo en vista grupos funcionales específicos para maximizar su selectividad e interacción con COV tóxicos;
2. Impresión mediante serigrafía de electrodos utilizando tintas con nanopartículas de plata y deposición del material activo potenciando el mejor contacto y adhesión posible al electrodo para una buena conductividad eléctrica;
3. Evaluar la respuesta eléctrica de los materiales activos, en variación de resistencia o capacitancia, cuando expuestos a concentraciones conocidas de diferentes COVs, y plantear un sistema de selectividad cruzada;

Se espera que este proyecto produzca una matriz de sensores resistivos/capacitivos de vapores de COV utilizando materiales conductores sintetizados e integrados en electrodos impresos por serigrafía, contribuyendo así para la mejora de la calidad del aire en espacios interiores.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Materiales y sensores magnetoactivos basados en tecnologías de impresión

Director: Carmen Rial

e-mail: carmen.rial@bcmaterials.net

Co-director (si lo hubiera): Jon Gutiérrez

e-mail: jon.gutierrez@ehu.eus

Centro: BCMaterials, FCT-ZTF de la UPV/EHU

Resumen:

En la actualidad, uno de los grandes retos tecnológicos es el desarrollo de nuevos *materiales inteligentes y multifuncionales*, estrechamente relacionados con la evolución de conceptos como la Industria 4.0 e Internet de las Cosas (IoT). La monitorización de magnitudes, tales como temperatura, humedad, y presión, entre otras, es una necesidad creciente, donde los materiales inteligentes juegan un papel esencial. En este sentido, destacan los materiales magnetoactivos, que responden a la aplicación de campos magnéticos, y que tienen múltiples aplicaciones en los sectores de automoción, electrónica o energía, entre otras. Asimismo, el desarrollo de técnicas de impresión ha propiciado el diseño y fabricación de nuevos dispositivos con elevado control de la geometría y la resolución. Sin embargo, es necesario seguir investigando tanto a nivel de selección de materiales, como en el desarrollo de sistemas complejos 3D que faciliten la integración y adaptación a diferentes geometrías y superficies.

En objetivo de este trabajo es el desarrollo de estructuras multifuncionales con respuesta magnética utilizando tecnologías de impresión como, por ejemplo, *fused deposition modeling (FDM)*, escritura directa con tintas (DIW), *piezo-jet* o *spray-printing*. En este contexto, se utilizará un enfoque multidisciplinar que incluye la formulación de tintas que permitan obtener estructuras complejas para inducir respuestas magnetoactivas adecuadas para aplicaciones de sensores y actuadores, y su caracterización químico-física y funcional.

La impresión de dispositivos magnéticos es un ámbito muy reciente, y el desarrollo de nuevos materiales magnéticos funcionales, como imanes duros y blandos avanzados, refrigerantes magnéticos, núcleos, MEMS (sistemas micro-electro-mecánicos) magnéticos y elastómeros, sensores y actuadores, es esencial para mejorar la eficiencia y el rendimiento de los dispositivos magnéticos de alta tecnología.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: *Solar-driven 3D-printed nanocomposites for photocatalytic antibiotic degradation in water*

Director: Begoña Bazán Blau

e-mail: beñoa.bazan@ehu.eus

Centro: UPV/EHU

Co-director o Tutor: Maibelin Rosales Vera

e-mail: maibelin.rosales@bcmaterials.net

Centro: Basque Center for Materials, Applications & Nanostructures

Resumen:

Water pollution caused by contaminants of emerging concern (CECs), especially pharmaceutical residues such as antibiotics, has become a critical environmental and public health challenge of our time, due to their persistence, bioactivity, and contribution to antimicrobial resistance (AMR). Alarmingly, conventional water treatment technologies are unable to efficiently remove these pollutants, highlighting the need for innovative and sustainable solutions. Among the most promising green alternatives, solar-driven photocatalysis using engineered nanomaterials is emerging as a disruptive technology. ***By tailoring the morphology of nanomaterials, it is possible to enhance solar-light harvesting and drive the degradation of antibiotics into harmless by-products.*** However, despite their high performance in suspension, ***these nanomaterials are difficult to recover and reuse, limiting their real-world implementation.***

This master project focuses on a cutting-edge approach: the immobilization of photoactive nanomaterials with different morphologies into 2D- and 3D-printed biodegradable polymeric films and scaffolds for removing CECs from contaminated water.

By integrating nanomaterials into functional nanocomposite inks, combined with emerging additive manufacturing techniques such as Direct Ink Writing (DIW) and Digital Light Processing (DLP), this work aims to create the next-generation of photocatalytic water treatment reusable materials. These custom-designed scaffolds will provide high stability, enable easy recovery and reuse, aligning with circular economy principles.

Within this project we will explore two different immobilization routes: (i) bulk incorporation of nanomaterials into the polymer matrix to prepare nanocomposites, and (ii) surface functionalization of printed supports to immobilize nanoparticles post-printing. The resulting 2D/3D-printed photocatalytic support will be evaluated under simulated sunlight to degrade antibiotics. Reaction kinetics, photodegradation efficiency, material stability, and reusability over multiple cycles will be systematically assessed to understand the relationships between immobilization strategy and photocatalytic performance.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Desarrollo de electrodos basados en materiales semiconductores para la realización de un modelo de cáncer de mama.

Director: Janire Saez

e-mail: janire.saez@ehu.eus

Co-director: Ana Garcia Prieto

e-mail: ana.garciap@ehu.eus

Centro: Facultad de Ciencia y Tecnología y BCMaterials

Resumen:

Este Trabajo Fin de Máster se enmarca dentro del proyecto nacional MINBIZIA (Innovaciones tecnológicas del microambiente tumoral para el estudio de la plasticidad del cáncer de mama), cuyo objetivo es desarrollar dispositivos bioelectrónicos basados en materiales semiconductores y biopolímeros en estructuras tridimensionales. En el marco de este proyecto se están desarrollando andamios 3D porosos que son fisiológicamente más relevantes para el estudio in vitro de procesos cancerígenos.

El objetivo principal del TFM es desarrollar dispersiones conductoras basadas en 3,4-etilenedioxitiofeno (EDOT) y biopolímeros y aplicarlas en la fabricación de sensores microestructurados o en andamios porosos 3D.

Objetivos específicos:

- Polimerizar los materiales conductores mediante el uso de polímeros conductores y biopolímeros como contraión por polimerización oxidativa.
- Caracterizar la conductividad de los materiales desarrollados.
- Fabricar microestructuras o andamios porosos (por liofilización).
- Integrar estas arquitecturas en sensores de óxido de indio y estaño (ITO) para monitorización del crecimiento celular mediante espectroscopia de impedancia y microscopía de fluorescencia.
- Analizar mediante herramientas quimiométricas con resultados de crecimiento celular obtenidos.

El trabajo permitirá al estudiante adquirir experiencia en síntesis de polímeros, fabricación de electrodos, biología celular (soportado por la directora) y quimiometría.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Membranas multifuncionales basadas en materiales bidimensionales para la descontaminación de agua

Director: Carmen Rial Tubio

e-mail: carmen.rial@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials

Co-director o Tutor: Estibaliz Hernaez

e-mail: estibaliz.hernaez@ehu.eus

Centro: Dept. Química Física. Facultad de Ciencias y Tecnología. UPV/EHU

Resumen:

La contaminación del agua es uno de los problemas medioambientales más relevantes, donde la presencia de productos farmacéuticos y otras sustancias tóxicas resultan en una gran amenaza para los organismos acuáticos y los seres humanos. Esta situación requiere el desarrollo urgente de sistemas de remediación de agua más complejos que los actualmente implementados. Una estrategia eficiente es la combinación de tecnologías fotocatalíticas, y de membranas con separación selectiva de sustancias. El uso de membranas se basa en la separación según las características de las propias membranas, incluyendo su morfología, porosidad, afinidad química, material, etc. Mientras que la fotocatalisis es una solución prometedora debido a su alta eficacia, bajo coste y método de enfoque verde.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es la fabricación de nuevos sistemas de filtración, donde se evaluará el uso de materiales bidimensionales como el grafeno, eventualmente modificado con nanopartículas catalíticas, buscando mejorar la funcionalidad, el rendimiento y la durabilidad de las membranas. Esto comprenderá una serie de tareas, que incluyen la formulación de tintas funcionales basadas en grafeno, su caracterización, la integración en membranas y la validación final en sistemas reales.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Polioxometalatos tipo Wells-Dawson con aplicaciones en el tratamiento del cáncer de mama.

Director: Juan Manuel Gutiérrez Zorrilla López

e-mail: juanma.zorrilla@ehu.eus

Co-directora: María del Mar Vivanco

e-mail: mdmvivanco@cicbiogune.es

Centro: Departamento de Química Orgánica e Inorgánica UPV/EHU y CIC bioGUNE

Alumno: Naiara Beltrán Calzada

Resumen:

Los Polioxometalatos (POMs) son especies constituidas por clústeres metal-oxo aniónicas de alta simetría donde los centros metálicos son metales de los grupos 4, 5 o 6 en su estado de oxidación más alto (V^V , Mo^VI , W^VI). Entre las diferentes estructuras posibles de los POMs se encuentra el POM Wells-Dawson, descrito por primera vez en 1953 por B. Dawson. Destaca por su simetría ideal D_{3h} y por su capacidad de funcionalización orgánica para diferentes aplicaciones como la biomedicina.

Una de las características más destacables del POM tipo Wells-Dawson es su función como metalofármaco. Cuenta con una actividad inhibitoria en procesos enzimáticos y celulares que ha vuelto a este tipo de compuestos objeto de estudio para el tratamiento de una gran variedad de enfermedades como el Alzheimer o diferentes tipos de cánceres. Esta actividad inhibitoria se ha visto condicionada por la presencia de contraiones de naturaleza orgánica, los cuales han demostrado modificar el grado de interacción con el factor de transcripción SOX2, una de las dianas moleculares más atendidas durante los tratamientos del cáncer de mama.

El presente proyecto tiene como objetivo continuar el trabajo desarrollado en el Trabajo de Fin de Grado (TFG) ampliando la familia de sales de POMs tipo Wells-Dawson sintetizada $(C_3H_5N_2)_6[P_2W_{18}O_{62}] \cdot 14H_2O$. En la realización de este trabajo se sintetizarán nuevas sales empleando contraiones orgánicos que emulen la estructura de diferentes inhibidores de la unión entre el ADN y el SOX2. Este último siendo el causante del desarrollo de la resistencia de las células tumorales al Tamoxifeno, uno de los fármacos más empleados en el tratamiento del cáncer de mama. Es así que se sintetizarán sales conteniendo como contraiones las formas catiónicas de guanidina, pirazol, violeta de metilo, pirrol y finalmente del tamoxifeno, estudiando así con este último la posibilidad de un efecto sinérgico entre el fármaco y el inhibidor de POM. Asimismo, durante el desarrollo del TFG se encontraron problemas de solubilidad de la sal sintetizada en el medio celular, es por ello que, en este trabajo, se estudiarán diferentes condiciones para la disolución y administración celular adecuada de las sales.

Así, este Trabajo de Fin de Máster aborda la síntesis y caracterización de sales de POM tipo Wells-Dawson, cuya estructura cristalina y pureza se determinarán mediante difracción de rayos X en monocristal y muestra policristalina. Además, el seguimiento del proceso de intercambio catiónico se seguirá mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR) la cual ha mostrado previamente ser idónea para este propósito. Una vez obtenida cantidad suficiente de estos nuevos materiales se procederá al estudio celular empleando células procedentes de una línea celular de cáncer de mama resistentes al Tamoxifeno. De este modo, no solo se podrá analizar la viabilidad celular de los compuestos, sino que también sus capacidades inhibitorias con el fin de encontrar un derivado con una actividad inhibitoria mejorada frente a la sal de potasio $K_6[P_2W_{18}O_{62}] \cdot 14H_2O$.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Spatiotemporally controlled delivery of bioactive factors using hydrogels

Director: Leyre Pérez

e-mail: leyre.perez@ehu.eus

Co-director: Unai Silvan

e-mail: unai.silvan@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials – Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures

Alumno: Maite Ayala López

Resumen:

Hydrogels are three-dimensional polymer networks with a high-water content and formulations that can be adjusted to obtain scaffolds with predefined mechanical properties, porosities, and degradation kinetics. This makes them ideal platforms for drug delivery, thereby reducing the risks associated with high, localized concentrations or widespread distribution of therapeutic agents, and enhancing their effect at the target site. The current project addresses the need for controlled release system able to deliver biologically active factors in a spatiotemporally precise manner for spinal cord repair. One of the main limitations for functional regeneration of this tissue is the formation of a scar immediately after the injury. To overcome the detrimental effect of the scar, we will fabricate hydrogels able to deliver an enzyme that degrades its main component, chondroitin sulphate. To this end, we will synthesize and characterize several types of hydrogels with different compositions (including alginate, chitosan and gelatin) and crosslinking densities. These will be then characterized in terms of degradability and used to study the release chondroitinase, an enzyme capable of degrading the tissue scar, thereby facilitating spinal cord regeneration.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Evaluación del empleo de nanoarcillas como sistemas de liberación controlada de fertilizantes

Director: Ana C. Perdigón Aller

e-mail: perdigonac@unican.es

Co-director: Inmaculada Ortiz Gómez

e-mail: iortiz@centrotecnologicoctc.com

Centro: Universidad de Cantabria/Centro Tecnológico CTC

Resumen:

El uso intensivo y poco eficiente de fertilizantes en la agricultura ha generado elevados costes económicos y de producción, además de importantes impactos ambientales, lo que evidencia la necesidad de desarrollar alternativas más sostenibles. En este contexto, la nanotecnología se presenta como una solución prometedora al posibilitar el diseño de sistemas de liberación controlada que optimizan el aprovechamiento de los nutrientes y reducen las pérdidas al medio ambiente. En particular, el empleo de nanoarcillas como nanotransportadores de fertilizantes representa una estrategia innovadora para mejorar la eficiencia de la fertilización y avanzar hacia una agricultura más sostenible.

El objetivo general de este Trabajo Fin de Máster es desarrollar y evaluar sistemas de liberación controlada de fertilizantes NPK (nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)) mediante el uso de nanoarcillas naturales y sintéticas con alta capacidad de adsorción y una estructura que permita la liberación gradual de los nutrientes. Para alcanzar este propósito, se propone la síntesis de nanoarcillas con propiedades adecuadas para la adsorción de fertilizantes como urea y cloruro de potasio (KCl), así como la posterior caracterización y evaluación de su comportamiento de liberación (desorción).

La caracterización de los materiales obtenidos se realizará mediante técnicas como la difracción de rayos X (XRD), que permitirá determinar la estructura cristalina y el mecanismo de adsorción de los fertilizantes, y la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), para analizar los cambios de los grupos funcionales de la matriz inorgánica (arcilla).

Por último, se llevarán a cabo ensayos de liberación de los fertilizantes en medio acuoso, mediante medidas espectrofotométricas y de conductividad eléctrica bajo diferentes condiciones de pH y temperatura, con el objetivo de analizar la cinética de liberación y la eficiencia del sistema propuesto.

El trabajo se desarrollará de forma colaborativa entre la Universidad de Cantabria (Departamento de Química e Ingeniería de Procesos y Recursos) y el Centro Tecnológico CTC, en el marco de sus líneas de investigación sobre materiales avanzados y nanotecnología aplicada a la sostenibilidad agrícola.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Síntesis y estudio estructural y óptico del silicato de zinc (Zn_2SiO_4) dopado con iones de tierras raras y metales de transición para aplicaciones fotónicas

Director: Rafael Valiente Barroso

e-mail: valientr@unican.es

Co-director: Fernando Aguado Menéndez

e-mail: aguadof@unican.es

Centro: Univ. de Cantabria/Dpto. de Física Aplicada

Alumno: María Echeverría Acedo

Resumen:

El Zn_2SiO_4 , willemita, es un material ampliamente utilizado en el campo de los materiales fotónicos debido a su alta estabilidad térmica, buena transparencia óptica y estructura cristalina adecuada para impurificar iones ópticamente activos. La incorporación de Cr^{3+} , Mn^{2+} , Yb^{3+} , Er^{3+} o Eu^{3+} permite modificar sus propiedades electrónicas y ópticas, dando lugar a emisiones en el UV-Vis-NIR con potencial aplicación en dispositivos de iluminación, sensores, fósforos para LED blancos.

El objetivo de este trabajo es sintetizar, caracterizar y estudiar las propiedades estructurales y fotoluminiscentes de Zn_2SiO_4 dopado con iones activos, estableciendo la relación entre el entorno local de la impureza y la respuesta óptica del material.

Las muestras se prepararán mediante métodos sol-gel o solvotermales asistidos por microondas, que ofrecen mayor homogeneidad y control sobre el tamaño de partícula. Se estudiará el efecto de la concentración del dopante (0.1–5 mol %) en la eficiencia de emisión. La caracterización estructural se llevará a cabo mediante difracción de rayos X (XRD) y refinamiento Rietveld, con el fin de confirmar la formación de la fase willemita y analizar posibles distorsiones locales. La morfología y composición química se estudiarán con microscopía electrónica de barrido (SEM/EDS) y, en caso necesario, transmisión (TEM). Las propiedades ópticas se analizarán en función de la temperatura para tratar de comprender los mecanismos de excitación y desactivación no radiativa, y optimizar las condiciones de síntesis para maximizar la eficiencia cuántica de emisión. Este trabajo aportará una base experimental sólida para el desarrollo de nuevos materiales fotónicos basados en Zn_2SiO_4 dopado, combinando síntesis controlada, caracterización avanzada y análisis espectroscópico detallado.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Caracterización y modelado cinético de sistemas de resina epoxi para su aplicación en la simulación del proceso de curado en transformadores encapsulados en resina

Director: José Luis Vilas Vilela
Tutor: Estibaliz Teso Bravo

e-mail: joseluis.vilas@ehu.eus
e-mail: <mailto:estibaliz.teso@arteche.com>

Centro: Arteche
Alumno: Juan Carlos Martínez Crespo

Resumen:

Los **transformadores** encapsulados en **resina epoxi** son componentes clave en la red eléctrica por su fiabilidad, resistencia ambiental y bajo mantenimiento para que todas las personas tengan **acceso** a una **energía de calidad y sostenible**. Sin embargo, su proceso de **fabricación** presenta desafíos asociados al control del **curado de la resina**, que puede originar tensiones internas, defectos superficiales o desperdicios de material. Estas imperfecciones, si no se detectan o controlan adecuadamente, pueden derivar en problemas funcionales durante el servicio, como descargas parciales, pérdidas dieléctricas o fallos estructurales, generando reclamaciones y costes significativos vinculados a reparaciones, sustituciones y tiempos de inactividad.

El **estudio de la caracterización** térmica, mecánica y cinética de los sistemas epoxi, especialmente en formulaciones cargadas, resulta esencial para comprender su comportamiento durante el curado y su respuesta en condiciones reales de servicio. La incorporación de cargas modifica las propiedades mecánicas del material, mejorando su resistencia a la fisuración y a la deformación térmica, al tiempo que influye directamente en sus características de aislamiento dieléctrico, determinantes para garantizar la fiabilidad y seguridad de los transformadores encapsulados.

Una **correcta caracterización** del sistema de resina y un conocimiento profundo de las **técnicas instrumentales de análisis** —como la calorimetría diferencial de barrido (DSC), reometría o el análisis mecánico dinámico (DMA)— son fundamentales para obtener datos precisos sobre la cinética de curado, la evolución térmica y las propiedades estructurales del material entre otras. Estos datos constituyen la **base** necesaria para alimentar los **programas de simulación y modelado**, permitiendo desarrollar modelos predictivos de curado más representativos y **optimizar** los parámetros de procesado y diseño de moldes.

La integración de estos conocimientos en modelos de simulación permite predecir el comportamiento de la resina, **mejorar la calidad** y consistencia del producto y avanzar hacia una fabricación más **sostenible**, reduciendo desperdicios, consumo energético y número de pruebas experimentales. La aplicación de técnicas de modelado y simulación contribuye, además, a una **toma de decisiones** más ágil y basada en datos, alineada con los principios de una industria digitalizada y sostenible (**Industria 4.0**).

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Development of Advanced Polymeric Binders for Thick Electrodes

Director: Estíbaliz Hernáez

e-mail: estibaliz.hernaez@ehu.eus

Co-director: Manuel Salado Manzorro

e-mail: manuel.salado@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials – Basque Center for Materials, Applications and Nanostructures

Alumno: Unai Álvarez Suarez

Resumen:

The pursuit of high energy density lithium-ion batteries necessitates the use of thick electrodes. While this approach is straightforward and effective in enhancing energy density, it is currently constrained by insufficient mechanical properties and sluggish reaction dynamics. Binding agents are crucial for establishing a compact, intact, and robust framework within these complex structures.

This research proposes the development of a novel, high-performance polymeric binder to overcome the structural and electrochemical limitations inherent in ultra-thick electrodes. We will investigate polymers, drawing inspiration from existing types such as cellulose-based, polyacrylic acid-based, self-healing, or conductive binders, aiming to engineer a suitable new inactive material. The goal is to design a polymeric material capable of constructing a resilient 3D conductive network. Such a binder must provide unparalleled mechanical resilience and a resilient conductive framework, even when electrode thicknesses reach several hundred micrometres.

A central focus will be optimizing the binder to improve structural stability and electrical conductivity, thereby enhancing battery cycle life and charge/discharge efficiency. Crucially, the formulation must minimize the proportion of inactive materials, addressing the challenge of developing high-performance and low-cost binders. Successful deployment will advance high-performance energy storage technologies by enabling durable thick electrodes.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2025/26

Título: Development of semiconductive inks for printable photodetectors and transistors

Director: José Luis Vilas

e-mail: joseluis.vilas@ehu.eus

Co-director: Nikola Perinka

e-mail: nikola.perinka@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials

Alumno: Candela Quintáns Melón

Resumen:

La evolución de la industria 4.0 y del internet de las cosas (IoT) requieren desarrollo de sensores de bajo coste, fácilmente escalables, reciclables y basados en materiales sostenibles. Estos sensores servirán como el medio para una constante monitorización del entorno industrial pero también para monitorización de la salud o como sistemas de vigilancia de la calidad en sector de agricultura, alimentario o logístico. Por lo tanto, es necesario desarrollo de nuevos materiales compuestos basados en diferentes tipos materiales funcionales que sean compatibles con las técnicas de fabricación aditiva, ya que este tipo de tecnologías disminuye el desperdicio de estos materiales y así también reduciendo el impacto medioambiental.

En la literatura se pueden encontrar diferentes ejemplos de materiales semiconductores utilizados como material funcional para fabricación de fotodetectores u otros tipos de dispositivos electrónicos, como los transistores. Sin embargo, este tipo de materiales, en mayoría de los casos no están procesados mediante técnicas de fabricación aditiva y/o no se basan en materiales sostenibles. Por lo tanto, en este trabajo se desarrollarán nuevos tipos de tintas semiconductoras basadas en materiales inorgánicos (como nanopartículas de óxidos metálicos, como ZnO, SnO₂, TiO₂, CuO, etc.), que serán dispersos en diferentes tipos de matrices poliméricas (por ejemplo, polímeros electroactivos como los derivados de PVDF, derivados de celulosa u otros tipos de polímeros de origen natural). Estas tintas se optimizarán para la técnica de impresión por serigrafía y se evaluarán en cuanto su respuesta de funcional. Posteriormente, estas tintas también estarán implementadas en los dispositivos impresos (como fotodetectores de UV y NIR y transistores electrolíticos).