



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



Máster Interuniversitario en Nuevos Materiales UPV/EHU – UC

Curso 2024-2025

Oferta de trabajos de Fin de Máster

- | | |
|---------------------------------------|---------|
| 1. Trabajos sin estudiante concertado | pág. 1 |
| 2. Trabajos con estudiante concertado | pág. 34 |

Título: Microdiscos magnéticos integrados en plataformas microfluídicas como terapia anticancerosa

Director: **Janire Saez**. e-mail: janire.saez@ehu.eus

Centro: Microfluidics Cluster, UPV/EHU

Co-director: **Alfredo García Arribas**. e-mail: alfredo.garcia@ehu.es

Centro: Dpto. Electricidad y Electrónica. UPV/EHU

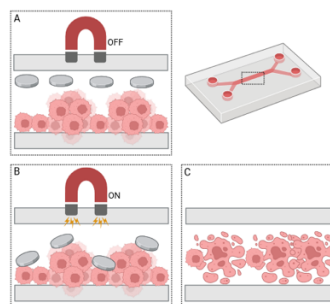
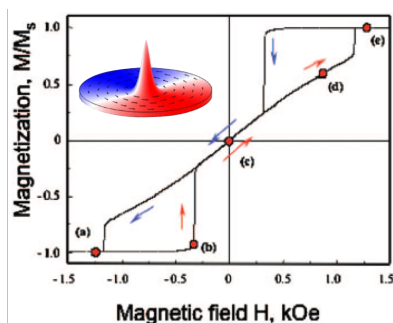
Resumen: El cáncer es un proceso estrechamente asociado al envejecimiento. En una sociedad que busca el envejecimiento saludable, es necesario desarrollar estrategias multidisciplinares para mejorar la salud humana y dar respuesta a patologías con alto impacto sanitario como el cáncer. El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una plataforma que permita la evaluación de la eficacia y toxicidad de nuevas terapias antineoplásicas basadas en materiales magnéticos.

La actuación magneto-mecánica, consistente en provocar impactos mediante la oscilación de partículas magnéticas, se ha propuesto como medio efectivo para inducir la muerte celular.¹ Los discos magnéticos con estado de vórtice son especialmente adecuados para ello, porque su alta permeabilidad permite una actuación muy efectiva y su configuración magnética carente de remanencia evita la aglomeración de las partículas.²

Las plataformas microfluídicas "Organ-on-a-Chip" (OOC) permiten imitar tejidos y órganos in vitro para estudiar la migración celular en microambientes controlados con precisión,^{3,4} proporcionan una excelente transparencia óptica compatible con la microscopía confocal,⁵ y permiten perfusión, que induce la diferenciación celular.⁶ Estos dispositivos se utilizan en la investigación celular fundamental, pero también en el ensayo de nuevos fármacos, lo que permite sustituir la experimentación animal.

En este proyecto multidisciplinar se combina 1) ciencia de los materiales, a través del desarrollo y caracterización de los discos magnéticos para la actuación magneto-mecánica, así como la fabricación de dispositivos microfluídicos y 2) cultivo celular, específicamente de células de cáncer y estudio de la viabilidad celular.

Los discos magnéticos se fabricarán mediante deposición catódica (sputtering) y fotolitografía sin máscaras y serán caracterizados morfológica y magnéticamente. Los discos magnéticos serán insertados en dispositivos microfluídicos fabricados por técnicas de prototipado rápido como la xerografía o el láser de CO₂. Como prueba de concepto, los discos serán puestos en contacto con células cancerígenas y sometidos a la actuación magneto-mecánica, evaluándose la mortalidad después del proceso.



Estructura y comportamiento magnético de los microdiscos con estado de vórtice (izquierda) y esquema del ensayo de la actuación magneto-mecánica en el entorno microfluídico (derecha)

- [1] D-H. Kim *Nature Materials*, 2010, **9**, 165-171., [2] M. Goiriena-Goikoetxea *Appl. Phys. Rev.*, 2020, **7**, 011306., [3] M. Tehranirokh *Biomechanics*, 2013, **7**, 051502-14., [4] G. Velasco-Casquillas *Nano Today*, 2010, **5**, 28-47., [5] G. M. Whitesides, *Nat.*, 2006, **442**, 368-373., [6] V. Van Duinen, *Current Op. Biotechnol.*, 2015, **132**, 41735-14.

Este trabajo puede contar con una ayuda económica (contactar con los directores).

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: “Ultrathin water layers”

Director: Alexander Bittner

e-mail: a.bittner@nanogune.eu

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): CIC nanoGUNE

Co-director: José M. Pitarke

e-mail: jm.pitarke@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): UPV/EHU, Physics Department

Resumen:

Most surfaces in our environment are covered by one or more molecular layers of water. This concerns not only solid surfaces, but also biomolecular surfaces such as skin, membranes of bacteria, or viruses. Although these water layers are crucial for biological processes, they are very rarely investigated, especially not on the nanoscale. For viruses, the hydration is purely based on physical processes and parameters (temperature, humidity), but decisive for transmission.

We will work with “real-life surfaces” (polymers, metals), and follow the fate of harmless model viruses. The methods will be expanded to nanoscale imaging techniques, namely Atomic Force Microscopy (AFM) and Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM) in water vapour. At sufficiently low temperatures, we expect supercooled water or ice – here, we will venture into unexplored territory.

The innovative aspects of the project are on the instrumental side (“wet” STEM and new humidity chamber AFM setups), and on the topic of ultrathin water layers on soft matter.

Depending on the time frame, there is an option for an experiment on neutron reflectometry of the water layers at ILL Grenoble.

Keywords:

AFM

STEM

Physical virology

Ultrathin liquid layers

Physics of water

Physics of ice

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Exploring devices with Van der Waals heterostructures

Director: Luis Hueso

e-mail: l.hueso@nanogune.eu

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): CIC nanoGUNE

Co-director: José M. Pitarke

e-mail: jm.pitarke@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): UPV/EHU, Physics Department

Resumen:

Conventional monolithic materials have dominated electronic and optical devices for decades, mostly thanks to our ever-increasing ability to control the properties of bulk materials. However, as we approach the range of the single nanometre scale in our fabrication capabilities, it is necessary for the industry to be able to create, control and profit from novel materials and architectures.

In this context, the rich library of 2D layered materials present multiple opportunities to design novel spintronics and valleytronics devices.

Making use of the possibility to create 2D artificial van der Waals heterostructures, in this project we will overcome single materials by focusing on the interface as an active playground.

For instance, we will perform interface engineering by combining different magnetic and non-magnetic 2D layers in an unprecedented fashion, exploring new magnetic ground states which are not accessible neither in single materials nor in conventional multilayers.

We will also explore spin and valley physics in van der Waals heterostructures by combining 2D layered materials with complementary properties.

More information about our research in this topic can be found in this selection of our recent articles: [Nano Letters 19, 1074 \(2019\)](#), [Nano Letters 19, 8758 \(2019\)](#), [APL Materials 8, 071103 \(2020\)](#) and [Phys. Rev. Lett. 127, 047202 \(2021\)](#).

In this project, the Master student will be responsible for the design and preparation of structures by exfoliation and stamping of 2D materials in controlled atmosphere and device fabrication by standard electron-beam lithography. (S)he will be also involved in the magneto-transport measurements (high magnetic fields and low temperatures), data analysis, and drafting of results.

We offer an international and competitive environment, state-of-the-art equipment (including a class 100 cleanroom for nanofabrication capabilities), and the possibility of performing research at the highest level.

CIC nanoGUNE's **Nanodevices Group** is mainly interested in the electronic properties of low-dimensional systems. Our research focuses spintronics, multifunctional devices and advanced nanofabrication. For more information, see our website at <https://www.nanogune.eu/nanodevices>

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Nuevos fotosensibilizadores basados en el cromóforo BODIPY para terapia fotodinámica

Director: Virginia Martínez Martínez

e-mail: virginia.martinez@ehu.eus

Co-director: Ruth Prieto Montero

e-mail: ruth.prieto@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física

Alumno (si hubiera uno concertado):

Resumen:

Los colorantes de la familia BODIPY son ampliamente conocidos como fluoróforos debido a sus excelentes propiedades fotofísicas: alto coeficiente de absorción, alta termoestabilidad y fotoestabilidad y alto rendimiento cuántico de fluorescencia. Además, los BODIPY han demostrado una alta versatilidad química que permite una modificación exhaustiva y selectiva de su estructura para modular las propiedades fotofísicas finales. En este sentido, el colorante BODIPY original podría ser funcionalizado y ajustado para lograr fotosensibilizadores (PS) BODIPY eficientes; una molécula con alta producción de oxígeno singlete (1O_2) capaz de destruir células o microorganismos cercanos bajo irradiación y con importantes aplicaciones en terapia fotodinámica (TFD). Además, el anclaje del biotarget a la estructura BODIPY también mejorará su selectividad por células, microorganismos u orgánulos. Como resultado, el BODIPY podría ser explotado en bioimagen (diagnóstico) o terapia fotodinámica (tratamiento)¹.

Nuestro grupo ha diseñado previamente un sensor de mitocondrias específico mediante la adición de la molécula L-carnitina al BODIPY.² En el presente trabajo, se pretende estudiar las propiedades fotofísicas de nuevos PSs diseñados en base al cromóforo L-carnitina-BODIPY mediante: i) la adición adicional de átomos de halógeno, particularmente bromuro y yodo, ii) adición de grupos fuertemente dadores de electrones (trimetoxi-fenilo), con el fin de alcanzar un buen equilibrio entre la fluorescencia y la capacidad de generación de oxígeno singlete. Durante este estudio se llevarán a cabo medidas espectroscópicas de absorción y fluorescencia (estacionaria y resuelta en el tiempo) así como la caracterización de estados tripletes y generación de oxígeno singlete de todos los compuestos.

¹ R. Prieto-Montero, A. Prieto-Castañeda, R. Sola-Llano, A. R. Agarrabeitia, D. García-Fresnadillo, I. López-Arbeloa, A. Villanueva, M.J. Ortiz, S. Moya and V. Martínez-Martínez *Photochemistry and Photobiology*, **2020**, *96*, 456-477

² A. Blázquez-Moraleja, I. Sáenz-de-Santa María, M. D. Chiara, D. Alvarez-Fernández, I. García-Moreno, R. Prieto-Montero, V. Martínez-Martínez, I. López Arbeloa and J. Luis Chiara *Chemical Science* **2020**, *11*, 1052-1065

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER

CURSO 2024/25

Título: Síntesis de nuevas sondas fluorescente en el rojo lejano, para monitorear la formación de oxígeno singlete durante la terapia fotodinámica (PDT)

Director: Virginia Martínez Martínez

e-mail: virginia.martinez@ehu.eus

Co-director: Iván Rivilla de la Cruz

e-mail: ivan.rivilla@ehu.es

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Química Física

Alumno (si hubiera uno concertado):

Resumen:

La fototerapia, PDT, (de sus siglas en inglés, PhotoDynamic Therapy) es un tratamiento que implica el uso de medicamentos sensibles a la luz y una fuente de luz para destruir las células que poseen un crecimiento anormal. Se puede utilizar para tratar algunas afecciones de la piel y los ojos, así como ciertos tipos de cáncer.

El oxígeno singlete ($^1\text{O}_2$), es la forma de oxígeno molecular en el estado excitado más bajo, el cual tiene un papel fundamental en el mecanismo de destrucción celular de la terapia fotodinámica. Tradicionalmente, se ha llevado a cabo la medición de la intensidad de fosforescencia de $^1\text{O}_2$, para monitorear la formación de $^1\text{O}_2$, durante la PDT. A pesar de la utilidad de esta técnica para poder seguir la la formación de $^1\text{O}_2$ y obtener imágenes bidimensionales intracelulares, éstas no poseen la suficiente resolución como para poder obtener información lo suficientemente precisa. Este hecho, hace necesario la síntesis de nuevas sondas orgánicas capaces emitir fluorescencia en el rojo lejano de alta intensidad, dando lugar a imágenes de alta resolución con una gran información sobre el proceso de generación de $^1\text{O}_2$, durante la PDT.

Debido al cada vez más creciente empleo de la PDT como tratamiento frente al cáncer y otras enfermedades, es necesario tener sondas fluorescentes o fosforescente capaces de ofrecer la mayor información con la mejor precisión posible sobre la situación de la masa tumorigénica a tratar.¹ Por esto motivo, aprovechando la experiencia de los Drs. Martínez y Rivilla, se propone en este trabajo de máster la síntesis y caracterización de nuevas entidades moleculares basadas en anillos heterociclos fusionados, los cuales ya han demostrado tener propiedades fotofísicas interesantes.² Para las síntesis de dichos sistemas, se emplearán técnicas como microondas, catálisis promovida por Pd, etc., y para la purificación y caracterización se llevarán a cabo empleando sistemas con cromatografía flash, precipitación o el uso de cromatrotón, así como la resonancia magnética nuclear, tanto en estado líquido como sólido. Para la caracterización fotofísica se llevará a cabo mediante equipos de espectroscopia tanto de absorción como de fluorescencia.

¹ K. Sooyeon, T. Takashi, F. Mamoru, and M. Tetsuro. *J. Am. Chem. Soc.* **2014** *136* (33), 11707-11715.

² (a) M. L. S. O. Lima, C. B. Braga, T. B. Becher, M. Odriozola-Gimeno, M. Torrent-Sucarrat, I. Rivilla, F. P. Cossío, A. J. Marsaioli, C. Ornelas, *Chem. Eur. J.* **2021**, *27*, 6213. (b) Rivilla I, et al. *Nature.* **2020**, *583*, 48-54.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Desarrollo de recubrimientos por tecnología sol-gel

Director: Antonio Veloso Fernández

e-mail: antonio.veloso@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): Universidad del País Vasco (UPV/EHU) Departamento de Química Física.

Tutor: Fabiola Brusciotti

e-mail: fabiola.brusciotti@tecnalia.com

Centro: TECNALIA (grupo de Ingeniería de Superficies)

Alumno/a:

Resumen:

El trabajo se centra en la necesidad de desarrollar recubrimientos avanzados que ofrezcan múltiples funcionalidades, como barreras contra gases, propiedades anticorrosivas, resistencia térmica, y baja energía libre de superficie, mientras se asegura que estos recubrimientos estén libres de compuestos tóxicos. La técnica sol-gel se presenta como una metodología prometedora para sintetizar recubrimientos inorgánicos e híbridos orgánico-inorgánicos que pueden ser aplicados a diversos sustratos, incluyendo polímeros, metales y vidrio. El desarrollo de estos recubrimientos es esencial para mejorar la durabilidad y rendimiento de los materiales en aplicaciones industriales y tecnológicas.

Objetivos:

1. Desarrollar y optimizar recubrimientos con diferentes funcionalidades utilizando la técnica sol-gel.
2. Evaluar la durabilidad y propiedades específicas de los recubrimientos sintetizados.
3. Asegurar que los recubrimientos sean libres de compuestos tóxicos.
4. Mejorar la resistencia a la permeación de hidrógeno, la corrosión, y otras propiedades relevantes según el tipo de sustrato.
5. Optimizar las formulaciones y parámetros de síntesis para maximizar el rendimiento de los recubrimientos.

Metodología:

1. Síntesis de Recubrimientos: Utilizar la técnica sol-gel para sintetizar recubrimientos inorgánicos e híbridos orgánico-inorgánicos. Se probarán diferentes precursores y sus concentraciones para obtener las formulaciones más efectivas.
 2. Deposición: Aplicar los recubrimientos sintetizados sobre diferentes sustratos (poliméricos, metálicos y de vidrio) mediante técnicas adecuadas de deposición.
 3. Caracterización de Propiedades: Evaluar las formulaciones y las probetas tratadas usando diversas técnicas de caracterización:
 - Espesor del Recubrimiento: Medir el grosor de los recubrimientos aplicados.
 - Ángulo de Contacto: Determinar la energía libre de superficie mediante la medición del ángulo de contacto con diferentes líquidos.
 - Rugosidad de la Superficie: Evaluar la textura superficial.
 - Dureza: Medir la resistencia del recubrimiento a la deformación permanente.
 - Permeación al Hidrógeno: Evaluar la capacidad del recubrimiento para impedir la permeación de hidrógeno.
 - Corrosión: Probar la resistencia del recubrimiento a la corrosión en diferentes ambientes.
 4. Optimización: Basándose en los resultados de las caracterizaciones, ajustar las formulaciones (variando precursores, sus concentraciones y parámetros de síntesis) para mejorar las propiedades deseadas en los recubrimientos.
- Esta metodología permitirá la obtención de recubrimientos optimizados y funcionales que cumplan con los requerimientos específicos para diversas aplicaciones industriales y tecnológicas.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Chitin nanofiber hydrogels as for wastewater remediation

Director: Gotzone Barandika

e-mail: gotzone.barandika@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, UPV/EHU

Co-director: Erlantz Lizundia

e-mail: erlantz.liizundia@ehu.eus

Centro externo (Unidad organizativa): Departamento de Expresión Gráfica y Proyectos de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Bilbao, UPV/EHU)

Alumno (si hubiera uno concertado):

Resumen:

Nanochitin is a bio-derived colloid with exceptional physicochemical and mechanical properties, offering great potential for a wide range of value-added applications. Unlike most petroleum-based polymers, which are neither renewable nor biodegradable, chitin nanoparticles support a circular materials economy by contributing to the development of environmentally sustainable materials due to their renewability, biocompatibility, non-toxicity, and biodegradability. However, the conventional method of isolating nanochitin typically relies on crustacean exoskeletons as a raw material, and the demineralization process involved compromises both environmental and economic sustainability.

Accordingly, the aim of the project is to isolate chitin nanofibers from other sources, as an underrated source with potential environmental benefits, and use them to fabricate hydrogels that will purify wastewater. To that end, chitin nanofibers will be extracted from those sources using different chemical treatments and surface modifications will be carried. In particular, The modified chitin nanofibers will be characterized by different methods (TEM, SEM, XRD, FTIR, Z potential) and assembled into hydrogels upon chemical cross-linking. Those chitin nanofiber hydrogels will also be characterized by the methods already mentioned and mechanical methods. Finally, their capacity of purifying wastewater of methylene blue, methyl orange and specific drugs will be analyzed by UV-Vis spectroscopy.



Título: Ferromagnetismo y paramagnetismo de Pauli en cintas amorfas con contenido de Ni

Director: César Moreno Sierra

e-mail: cesar.moreno@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria, CITIMAC

Co-director: Luis Fernández Barquín

e-mail: barquinl@unican.es,

Centro: Universidad de Cantabria, CITIMAC

Resumen:

El magnetismo se suele estudiar a nivel de grado, master e, incluso, doctorado, asociado a la existencia de espines localizados en los iones magnetógenos. Esta visión es cómoda e intuitiva, pero en el caso de materiales 3d metálicos no es suficientemente correcta. En esos casos es necesario utilizar el modelo de Stoner asociado al magnetismo de bandas. Esta utilización conecta el Magnetismo con la Física de la Materia Condensada de bandas puesto que en el caso más simple (paramagnético de Pauli) tenemos configuraciones de las bandas electrónicas dependientes del estado de espín (positivo o negativo). En este sentido, los materiales amorfos ferromagnéticos son ideales para estos estudios. En particular, las aleaciones de NiSiB (cintas) presentan características fundamentales todavía muy desconocidas. El trabajo consistirá en caracterizar las aleaciones amorfas desde el punto de vista estructural y magnético: realizar medidas de difracción de rayos X y medidas de imanación DC y susceptibilidad AC. Además, aprovechando la reciente adquisición de un equipo de microscopia de fuerzas atómicas permitirá que el/la estudiante pueda extraer información sobre la existencia de dominios magnéticos a escala micro-nanométrica. Este estudio de microscopia avanzada le permitirá introducirse en nuevas tecnologías en la UC, como es el caso de la mencionada microscopia de fuerza atómicas.



Título: Transiciones de baja temperatura en magnetita nanométrica

Director: Luis Fernández Barquín

e-mail: barquinl@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria, CITIMAC

Resumen:

Uno de los materiales magnéticos más antiguos conocidos es la magnetita (Fe_3O_4), un óxido de hierro abundante en la corteza terrestre. A temperatura ambiente, la magnetita presenta una estructura cúbica, que cambia a monoclinica por debajo de aproximadamente 120 K. Precisamente en esa temperatura, se produce una transición estructural-electrónica conocida como transición de Verwey, descubierta hace más de 100 años. A pesar de décadas de investigación, la respuesta magnética de la magnetita aún presenta interrogantes, especialmente en torno a la presencia de una transición adicional alrededor de los 50 K, cuyo origen y relación con la transición de Verwey no se comprenden completamente. Cuando se trabaja con nanocristales de Fe_3O_4 , muy comunes en los últimos años, el panorama cambia, lo que provoca modificaciones en las propiedades magnéticas y estructurales que es necesario estudiar en profundidad. El objetivo de este trabajo experimental es analizar ambas transiciones, así como los posibles cambios magnéticos y estructurales entre muestras masivas (naturales) y nanocristalinas (magnetosomas procedentes de bacterias). Las aplicaciones son muy variadas en biomedicina, electrónica, medio ambiente, etc.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Polimorfismo en nanofármacos. Uso para liberación controlada

Director: Fernando Aguado Menéndez

e-mail: aguadof@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Co-director: Ana Carmen Perdigón Aller

e-mail: perdigonac@unican.es

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

Resumen:

Los nanofármacos representan un futuro prometedor en farmacología, ya que permiten una liberación controlada y más eficiente del principio activo, pudiéndose dirigir de manera específica a tejidos o incluso células, aumentando así la eficacia del tratamiento. Una buena parte de los fármacos presenta polimorfismo, esto es, su estructura puede presentar distintas disposiciones de las moléculas del principio activo en la red cristalina. Esto puede dar lugar a diferentes propiedades cruciales del fármaco desde el punto de vista de su aplicación, como su estabilidad térmica, su solubilidad o su biodisponibilidad. La estabilidad estructural de las distintas fases de un compuesto puede verse afectada por varios factores, entre los que se incluye el tamaño de partícula. Por tanto, este puede tener una relevancia crítica en la formación y estabilización de un determinado polimorfo y, de esta forma, en las propiedades asociadas a un nanofármaco.

En este trabajo se propone realizar un estudio de caracterización de fármacos de uso común nanoconformados, obtenidos por procedimiento de molienda mecánica. En concreto se estudiará efecto del tamaño de partícula en la estabilidad estructural y térmica de los polimorfos, analizando la posible aparición de nuevas fases cristalinas (y su comportamiento con la temperatura). Además, se explorará la posibilidad de incorporar nanopartículas de los fármacos a plataformas de tipo arcilla para liberación controlada, de forma que el estudio sirva como prueba de concepto para la utilización de nanofármacos en terapias dirigidas.

Para llevar a cabo el estudio se utilizarán molinos que permitan modificación de parámetros para controlar el tamaño medio de partícula y su dispersión. La caracterización se llevará a cabo mediante distintas técnicas disponibles en los laboratorios de la UC y el IDIVAL: Difracción de rayos X, microscopía TEM, termogravimetría y calorimetría, espectroscopías Raman e Infrarroja.

Este trabajo puede llevar asociada una ayuda económica al estudiante. Consultar con los directores.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Patterned hydrogel-based electricity nanogenerators

Director: Leyre Pérez

e-mail: leyre.perez@ehu.eus

Co-director: Ana Catarina Lopes

e-mail: anacatarina.lopes@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco, Departamento de Química-Física

Resumen:

The current era of IoT demands the rapid development of new nanogenerators able to convert ambient mechanical energy into electricity. Furthermore, they must present flexible, stretchable and multifunctional properties to fulfill the requirements of new and wearable electronic. In this context Triboelectric Nanogenerators (TENGs) stands out due to their high output power and efficiency. They are based on the conjugation of triboelectrification and electrostatic induction when two materials come into contact. Recently, hydrogels have emerged as interesting materials to be used in TENGs. They are biocompatible 3D polymeric networks with excellent mechanical properties, including high softness, flexibility, and elasticity. These characteristics make them ideal materials to develop flexible and environmentally friendly TENGs. Despite the aroused interest, some factors, such as the influence of contact's interface microstructure between the different components of the generator was little explored. These microstructures can result into a dynamic electrical double layers (EDL) located at the interface of hydrogel, improving the performance of the generator.

In this work, we suggest the study of hydrogel's surface microstructure influence in the performance of TENGs, as well as their optimization. The results will be fundamental in future applications to nanogenerator as electronic skin for biomechanical energy harvesting and tactile sensing. The present work will be carried out at the Macromolecular Chemistry Research Group, in the Department of physical-chemistry, University of the Basque Country.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

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 2024/25

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-directora: 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 2024/25

Título: Direct air capture of green house gases: correlating column and dynamic adsorption

Director: Begoña Bazán Blau

e-mail: bego.bazan@ehu.eus

Centro: Dpto. Geología, UPV/EHU

Co-director o Tutor: Roberto Fernández de Luis

e-mail: roberto.fernandez@bcmaterials.net

Centro: Basque Center for Materials, Applications & Nanostructures

Resumen:

Today, the increasing pressure of the anthropogenic activities on the greenhouse gases (GHG) emissions is given rise to an accelerated climate change. Although the shift to a greener energy sources is fastening, the current socio-economic global scenario makes unlikely to achieve a zero-emission society in the short term. This is where the GHG direct air capture (DAC) technologies are gaining attention. DAC enables the recovery and the posterior storage or transformation of the GHG from the atmosphere. Up to date, the most of the DAC research activities, including prototyping of final devices, have been focused on the capture and reutilization of carbon dioxide. Now, the research-focus is shifting towards the capture of hydrophobic GHGs as methane and chlorofluorocarbons as SF₆. **Therefore, an efficient direct air harvesting technology of hydrophobic GHG will suppose a significant palliation of the global warming effect in the short term.**³

Among the multiple possibilities explored up to date, microporous materials have a pivotal role in the development of DAC technologies, and **microporous Metal-Organic Frameworks (MOFs) are today in a forefront position to face this challenge due to their chemical and structural versatility**. Nevertheless, up to date, independently if DAC is performed with classic sorbents, or it is driven with advanced microporous MOFs, their capacity to capture CO₂ directly from air runs into the same Achilles heel: the preferential co-adsorption of water. By starting from Zeolitic Imidazole Frameworks, we have already identified the synthesis conditions to alter the coordination environment of their metal ions and generating new functionalizable open metal sites able to adsorb preferentially certain molecules.

In this master project, we will explore the post-functionalization strategies to even improve more the capacity and selectivity that these materials show for capturing GHG. The materials will be processed as thin films and as sorbent bed columns to later quantify the dynamic adsorption capacity, selectivity and reusability. Within the project, we will try to understand the adsorption mechanisms of the material with different spectroscopic techniques.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Diseño de sensores capacitivos para detección de contaminantes en agua

Director: Begoña Bazán Blau

e-mail: bego.bazan@ehu.eus

Centro: Dpto. Geología. UPV/EHU

Co-director o Tutor: Bruna Ferreira Gonçalves

e-mail: bruna.ferreira@bcmaterials.net

Centro: Basque Center for Materials, Applications & Nanostructures

Resumen:

La contaminación del agua se está volviendo cada vez más compleja, con numerosos productos químicos inorgánicos y orgánicos coexistiendo en el agua en diversas concentraciones. Por lo tanto, asegurar la accesibilidad y calidad de los recursos hídricos mundiales se está convirtiendo en algo primordial. Aquí es donde el desarrollo de tecnologías avanzadas de detección de agua se vuelve clave para permitir el monitoreo continuo e inalámbrico de la calidad de los recursos hídricos industriales, agrícolas, potables y naturales.

Para ello, proponemos un concepto novedoso para el desarrollo de sensores de agua altamente selectivos, basado en la fabricación avanzada de materiales porosos selectivos, como compuestos organometálicos (MOFs), y su integración en sistemas de microfluídica, con el fin de registrar, pulir e interpretar la variación de la dependencia de frecuencia de la respuesta capacitiva y resistiva del sistema cuando se expone a los contaminantes.

Para dotar de selectividad a los MOFs, proponemos introducir grupos químicos específicos que se puedan anclar a los contaminantes iónicos en agua. Una vez anclados, las propiedades iónicas del MOF cambiarán, produciendo una respuesta mensurable. Para la integración de los materiales como transductores de sensores de agua, proponemos el uso de microfluídica, es decir, dispositivos microminiaturizados que contienen cámaras y túneles a través de los cuales fluyen o quedan confinados los fluidos.

El objetivo final es desarrollar un abanico de materiales porosos sostenibles de MOF funcionalizado que permitan alcanzar una selectividad para la detección de contaminantes iónicos en agua. Para ello, desarrollaremos un dispositivo de microfluídica utilizando múltiples materiales de tipo MOF integrados en un sistema de transducción.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Propiedades magneto-estructurales en aleaciones metamagnéticas con memoria de forma

Director: Jon Gutiérrez

e-mail: jon.gutierrez@ehu.eus

Co-director (si lo hubiera): Patricia Lázpita

e-mail: patricia.lazpita@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): UPV/EHU, Electricidad y Electrónica

Resumen:

Las aleaciones metamagnéticas con memoria de forma (MMSMAs) representan una nueva clase de materiales multifuncionales que desarrollan efectos de magneto-deformación, magneto-calóricos, y magneto-resistencia gigantes como resultado de la transformación magneto-estructural que presentan. 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. Hasta el momento se han realizado avances significativos en el desarrollo de sus propiedades, sin embargo, su implementación en aplicaciones se ve comprometida por su elevada fragilidad. Uno de las posibilidades para superar este hándicap es el desarrollo de heteromateriales compuestos por polímero/partículas de memoria de forma magnética que permita obtener una mejora en sus propiedades mecánicas.

Como un primer paso para el desarrollo de estos materiales, el objetivo de este trabajo es la fabricación y caracterización de partículas de MMSMAs con buenas propiedades para el acoplamiento magnetoestructural.

En particular, se investigarán partículas micro y nanométricas obtenidas a partir de aleaciones de NiMn-X (X = Ga, Sn, In) dopadas con Co y/o Cu, determinando la influencia del modo de fabricación y los tratamientos térmicos en sus propiedades magnéticas y estructurales. Además, se evaluará su viabilidad para el desarrollo de los efectos magnetocalóricos y de magneto-deformación.

El estudiante obtendrá experiencia práctica en técnicas de fabricación de aleaciones tanto en su forma masiva como de partícula (horno de inducción, horno de arco, fabricación mediante enfriamiento ultrarrápido, molino planetario) complementado con técnicas de caracterización como espectroscopía de rayos X de dispersión de energía (EDS), difracción de Rayos X y neutrones, calorimetría diferencial de barrido (DSC), magnetometría de muestra vibrante (VSM), entre otras.

Existe posibilidad de financiación para la realización de este TFM, a establecer con los directores.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Análisis de la degradación intracelular de nanopartículas magnéticas mediante técnicas de radiación sincrotrón

Directora: Ana García Prieto

e-mail: ana.garciap@ehu.eus

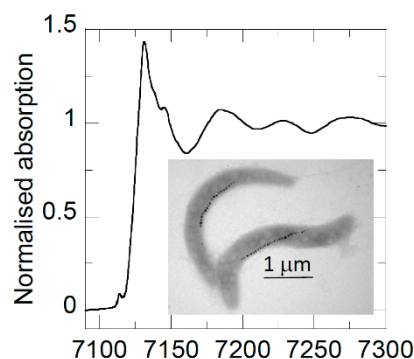
Centro: Dpto. Física Aplicada, UPV/EHU

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 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 este contexto, 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, hemos utilizado XANES (x-ray absorption near edge structure), una técnica de radiación sincrotrón que aporta información acerca de las diferentes fases de Fe presentes en la muestra. En este trabajo de fin de máster se propone analizar estos espectros XANES para entender la evolución temporal del proceso de degradación de los magnetosomas y complementarlo con la respuesta magnética. Para ello utilizaremos programas informáticos específicos gratuitos, por ejemplo *Athena* [1], que puedan ser instalados en ordenadores portátiles, lo que permitirá desarrollar el trabajo fin de máster con gran autonomía.



Espectro XANES de los magnetosomas en el umbral Fe K e imagen TEM de bacterias magnetotácticas.

[1] B. Ravel and M. Newville, *ATHENA, ARTEMIS, HEPHAESTUS: data analysis for X-ray absorption spectroscopy using IFEFFIT*, Journal of Synchrotron Radiation 12, 537–541 (2005) [doi:10.1107/S0909049505012719](https://doi.org/10.1107/S0909049505012719)



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Propiedades magnéticas de láminas y microestructuras de Fe-Si-B

Director: Rafael Morales Arboleya

e-mail: rafael.morales@ehu.eus

Centro: UPV/EHU-Dpto. de Química Física

Co-director : Daniel Salazar Jaramillo

e-mail: daniel.salazar@bcmaterials.net

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

Resumen:

Las aleaciones de hierro-silicio-boro (Fe-Si-B) presentan interesantes propiedades eléctricas y magnéticas en tecnologías muy variadas, como dispositivos electrónicos y espintrónicos o aplicaciones biomédicas. La incorporación de Si en sustitución del Fe modifica parámetros intrínsecos del material, como la conductividad eléctrica, el momento magnético del compuesto o la temperatura a la cual pierde su comportamiento ferromagnético. La amorfización de su estructura cristalina mediante pequeños dopajes con boro permite aumentar la susceptibilidad magnética, ductilidad, resistencia a la corrosión e incluso la biocompatibilidad del material.

En este trabajo de fin de máster se estudiarán las propiedades magnéticas de aleaciones de Fe-Si-B en forma de lámina delgada y patrones microestructurados. El/la estudiante recibirá formación en diversas técnicas de fabricación y caracterización para poder desarrollar las siguientes tareas:

- Síntesis de aleaciones de Fe-Si-B mediante horno de arco eléctrico.
- Análisis composicional mediante fluorescencia de rayos x.
- Crecimiento de láminas delgadas (<100 nm) en campana de alto vacío mediante cañón de electrones.
- Litografía y caracterización morfológica de microestructuras de Fe-Si-B.
- Estudio de las propiedades magnéticas en función de la temperatura.
- Análisis y discusión de los resultados.
- Informe del trabajo realizado.

Este trabajo fin de máster es remunerado.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Aleaciones de Fe-Mn con orden antiferromagnético: efectos en la interacción de canje.

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:

Los compuestos de hierro-manganeso ($\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}$) presentan un orden magnético con configuración antiferromagnética para ciertas composiciones. Este orden antiferromagnético es la base para diseñar dispositivos espintrónicos como las memorias magnéticas de acceso aleatorio, sensores de magneto-resistencia gigante o válvulas de espín.

En este trabajo de fin de máster se investigarán los efectos del estado antiferromagnético de aleaciones de FeMn en contacto directo con un material ferromagnético (Co). El estudio se hará en láminas delgadas con estructuras bicapa (FeMn/Co). Para ello, el/la estudiante recibirá formación en técnicas de síntesis de materiales, crecimiento de láminas delgadas, caracterización estructural, composicional y magnética. Las tareas a desarrollar son:

- Síntesis de aleaciones de $\text{Fe}_x\text{Mn}_{1-x}$ mediante hornos de inducción y de arco eléctrico.
- Análisis composicional mediante fluorescencia de rayos x.
- Crecimiento de láminas delgadas FeMn/Co (<100 nm) en campana de alto vacío mediante evaporación por haz de electrones.
- Caracterización estructural mediante difracción de rayos x.
- Determinación del estado antiferromagnético con procesos térmicos.
- Estudio de los efectos de la interacción de canje mediante magnetometría.
- Análisis y discusión de los resultados.
- Informe del trabajo realizado.

Este trabajo fin de máster es remunerado.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Strain-tuning of magnetism in 2D materials

Director: M. Reyes Calvo Urbina
e-mail: reyes.calvo@bcmaterials.net
Centro: BCMaterials

Co-director: José María Porro Azpiazu
e-mail: jm.porro@bcmaterials.net
Centro: BCMaterials

Resumen:

Los llamados materiales de van der Waals están constituidos por capas de espesor atómico, apiladas y unidas entre ellas por interacciones débiles. Esto permite su fácil separación por medios mecánicos y, de esta forma, pueden prepararse de forma sencilla capas delgadas de material, con espesores de incluso una sola capa (o muy pocas capas) de espesor atómico, que se conocen como materiales bidimensionales o materiales 2D. El ejemplo más conocido es el caso del grafeno, la monocapa de grafito, aislada por primera vez en 2005.

De entre los materiales 2D con orden magnético, se ha encontrado una gran variedad de órdenes magnéticos dentro de cada capa y entre capas, dando lugar a una gran fenomenología de interés para aplicaciones en nuevos dispositivos tecnológicos. Sin embargo, la gran mayoría de estos materiales presenta magnetismo sólo a muy bajas temperaturas, lo que dificulta su aplicación. De entre las estrategias propuestas para elevar la temperatura de transición magnética, destaca la ingeniería de deformación (strain engineering). Sin embargo, debido al reciente descubrimiento de este tipo de materiales, sus propiedades más básicas, incluyendo propiedades ópticas y magneto-ópticas, permanecen inexploradas.

Las tareas de este TFM consistirán en el desarrollo de métodos para la preparación de capas delgadas y dispositivos sencillos de distintos materiales 2D magnéticos, como el Fe_3GeTe_2 o el CrSBr , y una primera caracterización de sus propiedades ópticas (p.e. su índice de refracción). Seguidamente se abordará la caracterización de sus propiedades magnéticas mediante microscopía Kerr y la preparación de dispositivos en sustratos con alto índice de expansión térmica para la inducción de deformación compresiva.

Objetivos

- Preparación de capas delgadas de materiales 2D magnéticos
- Estimación de espesor e índice de refracción de capas delgadas de materiales 2D magnéticos.
- Caracterización de propiedades magneto-ópticas.
- Determinación del efecto de la deformación en las propiedades ópticas y magnéticas.

Metodología a emplear

- Preparación de muestras mediante técnicas de exfoliación mecánica y micro manipulación de materiales 2D y métodos de transferencia determinista seca.
- Caracterización de muestras mediante microscopía de fuerza atómica, medidas de microreflectancia con resolución espectral disponibles en los laboratorios de BCMaterials.
- Caracterización óptica y magneto-óptica a temperatura variable mediante un montaje de microscopía Kerr magneto-óptica.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

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-directora: Leire Ruiz Rubio

e-mail: leire.ruiz@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 2024/25

Título: Printing of high-definition structures and devices based on magnetic composite materials

Director: Jon Gutiérrez Etxebarria

e-mail: jon.gutierrez@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Electricidad y Electrónica

Co-director: Nikola Perinka

e-mail: nikola.perinka@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials

Resumen:

La industria 4.0 y el internet de las cosas (IoT) requieren del desarrollo de dispositivos electrónicos que sean fácilmente integrables en todo tipo de superficies curvas y/o geometrías 3D que servirán posteriormente para la fabricación de sensores, actuadores o transductores. Tradicionalmente, los dispositivos electrónicos se fabrican utilizando procesos de fotolitografía y se basan en gran parte en materiales inorgánicos. Sin embargo, el avance en el desarrollo de nuevos materiales compuestos funcionales, como dieléctricos, conductores o magnéticos, que pueden ser procesados a través de métodos de fabricación aditiva, como técnicas de impresión 2D y 3D, resulta de gran interés, ya que permiten desarrollo de dispositivos flexibles, elásticos o conformables. En el campo de impresión 2D funcional se ha utilizado principalmente la técnica de serigrafía, que permite también la fabricación de estructuras de alta definición con resoluciones de hasta decenas de micrómetros, utilizando las mallas metálicas de última generación.

En este trabajo se realizará un estudio de la procesabilidad de materiales magnéticos compuestos con nanopartículas magnéticas y matriz polimérica, con el fin de desarrollar diferentes microestructuras, y sensores o actuadores mediante la técnica de impresión 2D serigrafía. Se imprimirán electrodos interdigitales con diferentes resoluciones laterales sobre filmes/capas impresas de materiales compuestos magnéticos o directamente los mismos materiales se imprimirán en forma de tintas y posteriormente se caracterizarán a nivel de sus prestaciones y respuesta magnetoactivada.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MÁSTER CURSO 2024/25

Título: Desarrollo de una biobatería enzimática para aplicaciones en salud

Co-directora: Dra. Ana Ayerdi
e-mail: ana.ayerdi@tecnalia.com

Centro: TECNALIA, Unidad de Salud, Área de Biomateriales. Paseo Mikeletegi 2, San Sebastián.

Co-directora: Dra. Verónica Palomares
e-mail: veronica.palomares@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU. Dpto. de Química Orgánica e Inorgánica.



Resumen:

Los biosensores para la salud son dispositivos que detectan y monitorizan parámetros biológicos, proporcionando información importante sobre el estado de salud de una persona. Uno de los mayores desafíos dentro de este campo, es que estos biosensores tengan autonomía para hacer medidas en continuo. Para que estos dispositivos sean verdaderamente efectivos, deben ser capaces de operar de manera autónoma durante largos períodos sin necesidad de intervención humana frecuente. En este sentido, las biobaterías se han postulado como una de las soluciones posibles a este desafío. Las biobaterías se definen como pilas/baterías que permiten almacenar energía y liberarla por medio de procesos metabólicos, llevados a cabo por bacterias o enzimas, que descomponen una materia prima (como la glucosa) y liberan protones y electrones. Es decir, emplean elementos de naturaleza biológica como fuente de energía, de ahí su prefijo.

Al utilizar procesos metabólicos, estas baterías pueden generar energía de manera constante a partir de materias primas como la glucosa. Esto no solo permite una mayor autonomía de los biosensores, sino que también reduce la necesidad de reemplazar o recargar baterías tradicionales.

Así, en Tecnalia nos gustaría desarrollar una biobatería enzimática que utilice la energía electroquímica que se genera cuando una enzima (por ejemplo, glucosa oxidasa) inmovilizada en una superficie reacciona con su analito (glucosa) como señal transductora y como cargador eléctrico. Todo esto dentro de un marco de seguridad biológica ya que los productos de las reacciones enzimáticas pueden tener efectos que dañen o estimulen el tejido donde vaya a estar localizado el biosensor.

En este sentido, se ofrece la oportunidad al estudiante de plantear y desarrollar los ensayos necesarios para primero inmovilizar las enzimas en diferentes superficies/materiales mediante diferentes estrategias de funcionalización, así como en la puesta a punto de las condiciones de reacción de las enzimas y sus analitos que permitan la generación de señales entre el ánodo y el cátodo, y su medida y caracterización mediante técnicas electroquímicas. En su desarrollo, el estudiante tendrá la oportunidad de adquirir conocimiento científico técnico de un campo en auge, así como de técnicas electroquímicas avanzadas. Todo esto en un ambiente dinámico, joven, en el que se le dará la oportunidad de tomar decisiones y ser autónomo, lo que ayudará al desarrollo de tanto espíritu crítico como de equipo. La defensa del trabajo será en la convocatoria de Septiembre. Se ofrece una compensación económica asociada a la realización del TFM.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Desarrollo de tintas funcionales para la fabricación de dispositivos fotoelectroquímicos

Director: Francisco Javier del Campo

e-mail: Javier.delcampo@bcmaterials.net

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

Co-directora: Leire Ruiz Rubio

e-mail: leire.ruiz@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco; Química Física

Resumen:

Aunque los procesos de microfabricación ofrecen claras ventajas en la creación de micro- y nanoestructuras, su alto coste y la limitada variedad de materiales compatibles con las exigencias térmicas y químicas de estos procesos abren una oportunidad para las técnicas de impresión, que resultan más económicas y sostenibles. Por ello, el inkjet y, sobre todo, la serigrafía, son técnicas de impresión que han avanzado significativamente en el ámbito de la fabricación de dispositivos electrónicos miniaturizados. No obstante, estas técnicas también presentan una serie de limitaciones que dan lugar al presente proyecto.

Este proyecto de máster se centra en el desarrollo y caracterización de tintas funcionales para tampografía, aplicables en la fabricación de dispositivos electrónicos impresos como sensores y componentes fotoelectroquímicos. El objetivo es explorar el potencial de la tampografía como técnica complementaria a las mencionadas anteriormente, ampliando así las alternativas en el diseño y producción de dispositivos. La tampografía permite fabricar estructuras más pequeñas y delgadas que la serigrafía, con mayor rendimiento que el inkjet.

El proyecto se enmarca dentro de un proyecto de generación de conocimiento (HERMES - PID2023-148218OB-C21). Actualmente existen pocas referencias de tintas funcionales para tampografía, limitadas en su mayoría a tintas conductoras de plata, y esto representa una importante oportunidad para el desarrollo de nuevos materiales y productos. Este trabajo se centrará en formular tintas basadas en materiales celulósicos y otros polímeros biodegradables, así como en el desarrollo de pigmentos a base de óxidos y sulfuros metálicos con bandgap estrecho (como CuO, PbS o PbSe), adecuados para la fabricación de fotodetectores de infrarrojo con un alcance hasta 2 μm .

Participar en este proyecto permitirá abordar aspectos esenciales en el diseño y caracterización de materiales, la formulación de tintas, y el diseño y fabricación de dispositivos. Se utilizarán técnicas de espectroscopía (UV-Vis-NIR y XRD), microscopía óptica y de barrido de electrones, así como métodos de caracterización eléctrica y electroquímica. Además, se investigará en profundidad el proceso de tampografía y el desarrollo de estructuras funcionales combinando esta técnica con otras, como la serigrafía.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Análisis de los plasmones localizados de superficie y volumen en Nanopartículas Metálicas: Efecto del entorno dieléctrico y de las bandas de electrones d

Director: Eduardo Ogando Arregui
e-mail: edu.ogando@ehu.eus
Centro: UPV/EHU, Departamento de Física.

Co-director: Martín Urbieto Galarraga
e-mail: martin.urbieto@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 electromagnético. 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 Nanofotónica¹ abordamos la respuesta óptica de los sistemas a nanoescala. Hemos desarrollado un modelo hidrodinámico que simula los espectros EEL en nanopartículas esféricas de metales simples. El objetivo del trabajo es el desarrollo de este modelo en un entorno dieléctrico distinto del vacío y para metales de transición, como Ag y Au de mayor interés en plasmónica por sus propiedades ópticas. Esto permitirá analizar el efecto de los electrones d y así como del entorno. El trabajo se completará comparando resultados con experimentos² y resultados obtenidos con el formalismo de primeros principios Time-Dependent Density Functional Theory (TD-DFT).

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

[2] 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 2024/25

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: UPV/EHU. Depto. Electrociencia 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 2024/25

Título: Correlación entre ensayos de envejecimiento acelerados de laboratorio y el envejecimiento en medio marino real de recubrimientos anticorrosivos

Director: Nevena Marinova

e-mail: nevena.marinova@tecnalia.com

Centro: TECNALIA -Materiales para Condiciones Extremas / Hidrógeno, Materiales y Procesos.

Co-director: José Luis Vilas Vilela

e-mail: joseluis.vilas@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco; Química Física

Resumen:

Para garantizar su capacidad anticorrosiva todos los recubrimientos y sistemas de protección empleados en eólica offshore deben estar homologados bajo diferentes normativas internacionales (ISO 12944, NORSOK, VGB, etc.). La homologación consiste en someter los recubrimientos a ensayos de envejecimiento acelerados para poder evaluar su comportamiento. Sin embargo, la cualificación del sistema no garantiza una protección contra la corrosión eficaz, ya que hay muchos factores decisivos, que no se tiene en cuenta en el ensayo de laboratorio, pero sí que influyen en la durabilidad del sistema. Un ejemplo de esto es que los ensayos acelerados de homologación se llevan a cabo en condiciones ideales de laboratorio sobre probetas recubiertas de forma óptima, lo que a menudo difiere de la situación real. Los ensayos de exposición en medio real no son tan comunes, pero cuando se dispone de ellos, pueden ser un complemento muy útil para verificar los resultados de los ensayos acelerados de laboratorio. En este contexto, el objetivo de este proyecto es estudiar la correlación entre los ensayos de envejecimiento artificial y la exposición en medio real de distintos tipos de sistemas anticorrosivos e establecer el factor de aceleración entre los dos tipos de envejecimiento.

REFERENCIAS:

1. N. Marinova, A. Urbegain, P. Benguria, A. Travé, R. Caracena, Evaluation of Anticorrosion Coatings for Offshore Wind Turbine Monopiles for an Optimized and Time-Efficient Coating Application, *Coatings* 12 (2022) 384. <https://doi.org/10.3390/coatings12030384>.
2. N. LeBozec, D. Thierry, P. Le Calvé, C. Favennec, J.P. Pautasso, C. Hubert, Performance of marine and offshore paint systems: Correlation of accelerated corrosion tests and field exposure on operating ships, *Mater. Corros.* 66 (2015) 215–225. <https://doi.org/10.1002/maco.201307340>.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2023/24

Título: Desarrollo de redes interpenetradas de materiales biodegradables electroactivos para ingeniería de tejidos

Director: Jose Luis Vilas *e-mail:* joseluis.vilas@ehu.eus

Co-director: Unai Silvan *e-mail:* unai.silvan@bcmaterials.net

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

Resumen:

La ingeniería de tejidos y medicina regenerativa se encuentra en un punto particularmente prometedor gracias a la variedad de materiales de soporte y el control activo de su interacción con el tejido celular. En este sentido, es particularmente importante: a) el control activo de los estímulos eléctricos aportados a las células, b) el control temporal y espacial de estos estímulos y c) la comprensión de los efectos a lo largo del desarrollo celular y de tejidos.

En este ámbito, este proyecto se basa en el desarrollo de redes interpenetradas de diferentes materiales electroactivos poliméricos, preparadas por electrospinning, con materiales con diferentes electro-actividad y tasa de degradación. De este modo será controlada el área de superficie de interacción con la célula (tamaño de fibra y su orientación y compactación) y la electro-actividad a lo largo del proceso (degradación del material y del estímulo a lo largo del tiempo, a través de por lo menos dos materiales con diferente electro-actividad y cinética de degradación). El trabajo implica la preparación de los materiales por electrospinning en diferentes condiciones y con diferentes combinaciones de materiales, la caracterización físico-química y funcional (electroactiva) a lo largo del proceso de degradación. Igualmente se cultivarán células epiteliales y fibroblásticas para determinar su potencial aplicación para la regeneración de la piel.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Impresión 4D de materiales fotocurables sostenibles

Director: Jose Luis Vilas

e-mail: joseluis.vilas@ehu.eus

Co-director: Cristian Mendes Felipe

e-mail: cristian.mendes@bcmaterials.net

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

Resumen:

La impresión 4D es una evolución de la impresión 3D, donde los objetos impresos tienen la capacidad de transformarse o cambiar su forma con el tiempo, en respuesta a estímulos externos como temperatura, humedad o luz. Esto se logra mediante el uso de materiales inteligentes, que permiten a las estructuras impresas adaptarse a su entorno sin necesidad de intervención humana. Entre estos materiales destacan los polímeros fotocurables, que son sensibles a la luz y polimerizan volviéndose sólidos cuando son expuestos a una luz específica, como la radiación ultravioleta (UV). Sin embargo, la falta de resinas sostenibles aplicables en la fotopolimerización que puedan competir con los materiales comerciales limita la impresión 3D y 4D de fotopolimerización (vat photopolymerization). Por ello, el desarrollo de alternativas “verdes” es de gran importancia para reducir el impacto ambiental de la fabricación aditiva. Así, este método ofrecería una alta precisión y calidad en la fabricación de objetos complejos además de combinar la impresión 3D con materiales que responden a estímulos y son amigables con el medio ambiente. Este trabajo buscará la fabricación de nuevas resinas fotopolimerizables sostenible y aplicables a impresión 3D.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Desarrollo de materiales para sensores y transistores impresos para detección química y bio-detección

Director: José Luis Vilas Vilela

e-mail: joseluis.vilas@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Química Física

Co-director: Nikola Perinka

e-mail: nikola.perinka@bcmaterials.net

Centro: BCMaterials

Resumen:

Los avances en el desarrollo de nuevos materiales para la industria 4.0 y el internet de las cosas (IoT) han permitido fabricación de nuevos tipos de dispositivos de bajo coste como sensores y/o actuadores fabricados mediante las técnicas de fabricación aditiva. Debido a la flexibilidad mecánica de estos materiales estos sensores pueden ser también flexibles o incluso elásticos. Esto permite una serie de nuevas aplicaciones, ya se estos dispositivos se pueden fácilmente integrar en superficies curvas, 3D o en sustratos elásticos (por ejemplo, en la ropa). Sin embargo, para mejorar la sensibilidad de los sensores impresos y ampliar los campos donde tengan aplicabilidad, es necesario desarrollo tanto los materiales compuestos poliméricos para aplicaciones específicas (por ejemplo, bio-detección), como mejorar las arquitecturas de dispositivos impresos y los procesos de fabricación para mejorar su respuesta funcional o miniaturizarlos.

Por lo tanto, en este proyecto se desarrollarán diferentes tipos de materiales compuestos funcionales de base polimérica con nanopartículas y/o líquidos iónicos que posteriormente serán usados como tintas para impresión de sensores y transistores con diferentes arquitecturas. Tras la caracterización de las tintas desarrolladas en cuanto sus propiedades fisicoquímicas, las mismas serán aplicadas para fabricación de sensores y/o transistores impresos que serán finalmente evaluadas como dispositivos para detección química o bio-detección.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2023/24

Título: Desarrollo de materiales híbridos imprimibles con gestión pasiva del sobrecalentamiento

Director: Jose Luis Vilas

e-mail: joseluis.vilas@ehu.eus

Co-director: Senentxu Lanceros-Mendez

e-mail: senentxu.lanceros@bcmaterials.net

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

Resumen:

Uno de los mayores problemas de la electrónica actual, con su creciente miniaturización y mejora del desempeño, es el sobrecalentamiento, que lleva a una utilización ineficiente de los dispositivos y rápida degradación y mal funcionamiento. Este problema es igualmente evidente en los sistemas de almacenamiento de energía, cada vez más implementados en el ámbito de la movilidad eléctrica. Existen sistemas activos para controlar este sobre calentamiento, pero implican mayores costes, aumento de volumen de los sistemas, problemas de integración, y mayores posibilidades de averías. En el presente trabajo proponemos desarrollar una nueva generación de materiales híbridos imprimibles con gestión pasiva del sobrecalentamiento. Esto será conseguido a través de materiales con cambio de fase (*phase change materials*) capaces de absorber grandes cantidades de calor manteniendo la temperatura constante. Serán desarrollados diferentes materiales, variando tanto los materiales con cambio de fase, como las matrices poliméricas, de forma a hacerles compatibles con varias tipos de tecnologías de impresión y aplicaciones. El control de la temperatura y entalpia de transición permitirá la integración en una gran variedad de dispositivos y sistemas electrónicos.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Anomalous magnetism in high entropy oxides, a new frontier in materials science

Director: Jorge Lago
Centro: UPV-EHU

e-mail: jorge.lago@ehu.eus

Co-director: Jesús Rodríguez
Centro: Universidad de Cantabria

e-mail: jesus.rodriguez@unican.es

Resumen:

High-entropy oxides (HEOs) represent a recent frontier in materials science, characterized by a unique compositional disorder and high configurational entropy. Unlike conventional oxides with a few constituent elements, HEOs consist of five or more metal cations, typically mixed in equimolar or near-equimolar ratios. This configuration stabilizes a single-phase structure, often cubic or rock-salt, even when the constituent oxides individually prefer different structures. The inherent disorder and robustness of HEOs enable tunable chemical and physical properties, which open avenues for applications in catalysis, energy storage, and, increasingly, magnetism.

Recent research has revealed distinctive magnetic behaviors in HEOs that diverge from traditional magnetic materials. In particular, these systems can exhibit unconventional transitions into long-range ordered states that defy our current understanding of the role of quenched disorder in magnetic systems. Thus, for example, Min et al. have recently reported in the spinel family $(\text{Mg}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{Fe}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Ni}_{0.2})\text{xFe}_3\text{-xO}_4$ a sharp transition into an ordered state at ca. 700 K that, the authors claim, is protected against clustering by the configurational entropy [1]. Similarly, we have found a sharp transition into a FM state in powder samples of a perovskite RMO_3 with M = equimolar mixture of five magnetic cations [2]. The exploration of HEOs in magnetism may still be in its infancy, but these early findings already suggest they might offer a versatile platform for studying new magnetic phenomena in disordered systems.

The current project involves the preparation and study of single crystals of the perovskite composition currently under study as well as the preparation of new compositions designed to enhance the size of the ordered FM moments at low T. The student thus will learn to prepare powder samples of complex oxides by different synthetic methods as well as the floating zone technique to prepare single crystals. The subsequent study will then involve a full characterization of the transition and the low T magnetic phases in these materials via x-ray and neutron diffraction, Mössbauer spectroscopy, ac and magnetometry and, time allowing, muon spin spectroscopy.

[1] L. Min et al.; J. Am. Chem. Soc. 2024, 146, 24320

[2] J. Lago, in preparation



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Influencia de la profundidad de la entalla sobre el avance de la corrosión en ensayos de quilificación de recubrimientos en envejecimiento cíclico

Director: Nevena Marinova

e-mail: nevena.marinova@tecnalia.com

Centro: TECNALIA -Materiales para Condiciones Extremas / Hidrógeno, Materiales y Procesos.

Co-directora: Leire Ruiz Rubio

e-mail: leire.ruiz@ehu.eus

Centro: Universidad del País Vasco; Química Física

Resumen:

Los ensayos de envejecimiento acelerado de corrosión han sido utilizados durante mucho tiempo como una herramienta valiosa para predecir el comportamiento en servicio de los sistemas de pintura y para el desarrollo de nuevas formulaciones. Por esta razón los comités de normalización están realizando un esfuerzo significativo para limitar la variabilidad en los ensayos acelerados y su evaluación posterior. Uno de los parámetros que se evalúa para cualificar recubrimientos anticorrosivos es el avance de la corrosión en un defecto artificial (entalla). Una variación de menos de 1 mm en la medición de ese avance de la corrosión puede determinar si se homologa o no un recubrimiento para una aplicación específica, lo cual puede tener un impacto relevante para los fabricantes de pintura.

A pesar del esfuerzo a nivel global de estandarizar todos los parámetros relacionados con los ensayos de homologación en realidad estos ensayos presentan una alta variabilidad. Además, el defecto artificial que se produce puede variar en el modo de realizarlo y en profundidad y actualmente se desconoce si estas variaciones pueden afectar el resultado del ensayo y la homologación de las pinturas. Este proyecto se centra en un estudio sistemático sobre la influencia de la profundidad de la entalla sobre los resultados de envejecimiento de los recubrimientos vía entalla cíclico. Se contempla estudiar dos sistemas de recubrimientos con entallas con 5 distintas profundidades y tras el envejecimiento cíclico estudiar los fenómenos de la corrosión y evaluar si los resultados del ensayo se ven afectados por el tipo de entalla realizada.

REFERENCIAS

1. Draper et al. Effect of Steel Surface Profile Peak Density on Rust Creepage. AMPP Annual Conference; San Antonio, Texas, March 2022; p. No 17584.
2. Specht, S. et al. Understanding the Effect of Scribe Method on Variability in Accelerated Corrosion Test Results. AMPP Annual Conference; San Antonio, Texas, March 2022; p. No 17897.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Desarrollo de fotosensibilizadores fluorescentes mediante herramientas moleculares

Director: Jorge Bañuelos
e-mail: jorge.banuelos@ehu.eus
Centro: Dpto. Química Física (UPV/EHU)

Co-director: Rebeca Sola Llano
e-mail: rebeca.sola@ehu.eus
Centro: Dpto. Química Física (UPV/EHU)

Alumno: Natalia Herrera

Resumen:

La capacidad terapéutica de la luz se conoce desde hace muchos años, pero su implementación clínica no tuvo lugar hasta el desarrollo de la terapia fotodinámica (TFD). Hoy en día, la TFD ha emergido como un tratamiento oncológico alternativo a los existentes basados en quimio o radioterapia, pero menos agresivo y más focalizado. La TFD implica la participación simultánea de la luz, una molécula que actúa como fotosensibilizador (FS), y oxígeno. Estos agentes no son tóxicos por separado, pero su combinación genera una respuesta citotóxica que mata las células circundantes. Concretamente, la excitación del FS con luz de longitud de onda específica, puebla el estado triplete del FS ($^3FS^*$), desde donde se generan por transferencia electrónica (mecanismo I) o de energía (mecanismo II), especies reactivas de oxígeno (por ejemplo, oxígeno singlete (1O_2), aniones o radicales de oxígeno), que son las encargadas de inducir la muerte celular. En esta terapia activada por luz, el diseño del FS es crucial ya que tiene que cumplir una serie de requisitos, tales como ser biocompatible y no-tóxico en oscuridad, absorber la luz eficientemente (preferentemente a altas longitudes de onda), y tener alta probabilidad de cruce intersistema para poblar su estado excitado triplete y generar especies citotóxicas.

Se han testado diferentes familias de colorantes orgánicos como FS para TFD. Entre ellas destacan los compuestos basados en el boro-dipirrometeno (BODIPY). Estos colorantes son altamente fluorescentes y con baja probabilidad de cruce intersistema. Sin embargo, debido a la versatilidad sintética de su núcleo cromofórico, son fácilmente funcionalizables. Así los BODIPYs halogenados (bromo o yodo) o metalados (iridio o platino) tienen alta población del triplete gracias al efecto del átomo pesado. Sin embargo, estos FS tienen ciertas limitaciones a la hora de su aplicación en TFD por su alto coste, toxicidad en oscuridad y corto tiempo de vida en estado triplete. Es por ello, que se están diseñando nuevos FS para TFD sin átomos pesados.

Una de las estrategias más exitosas para inducir cruce intersistema sin átomos pesados es la dimerización de BODIPYs. La unión directa de BODIPYs a través de posiciones constreñidas por impedimento estérico induce una disposición ortogonal de los cromóforos, que posibilita la activación de procesos de transferencia de carga intramolecular. Estos procesos median en la población de los estados tripletes, claves para la actividad TFD. Por tanto, en este trabajo se pretende caracterizar espectroscópicamente y computacionalmente una serie de oligómeros basados en BODIPY donde se ha modificado sistemáticamente la posición de unión (2-8', 3-8' y 3-3') y el tipo de espaciador (unión directa o puente arilo). El entendimiento del impacto de la geometría de los oligómeros en su fotofísica, concretamente en su eficiencia fluorescente y generación de 1O_2 , nos permitirá discernir las estructuras idóneas de los FS para TFD e incluso balancear ambos procesos para obtener FS duales que permitan visualizar la actividad TFD por fluorescencia (teragnosis).



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Síntesis de biomembranas mediante electrospinning para tratamiento de aguas.

Director: Antonio Veloso Fernández

e-mail: antonio.veloso@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): Universidad del País Vasco (UPV/EHU).
Departamento de Química Física.

Alumno (concertado): Peio Martinez Goikoetxea

Resumen:

El agua es un recurso limitado que debemos de preservar y cuidar. En la actualidad el agua de ríos, efluentes y mares se está viendo cada vez más contaminada por distintos compuestos, siendo muchos de ellos perjudiciales para la salud humana. En este aspecto, la comunidad científica está realizando grandes esfuerzos en la búsqueda de membranas que puedan filtrar el agua, reteniendo los contaminantes e incluso desactivando la actividad de los mismos. En este trabajo se realizará el estudio de la síntesis de diferentes membranas poliméricas insolubles en agua con el fin de filtrar compuestos tóxicos que actualmente residen en nuestras aguas.

Tareas

El objetivo principal es sintetizar membranas poliméricas para eliminar contaminantes en el agua.

Este objetivo principal involucra las siguientes tareas:

- 1) Síntesis de membranas poliméricas insolubles en agua.
- 2) Caracterización de sus propiedades químico-físicas.
- 3) Estudios de retención de compuestos tóxicos sobre las membranas.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Preparación de nuevas redes metal-orgánicas microporosas para su aplicación en adsorción y catálisis

Director: Garikoitz Beobide Pacheco

e-mail: garikoitz.beobide@ehu.eus

Centro: Dpto. Química Orgánica e Inorgánica

Alumno: Aritz Zuluaga Murillo

Resumen:

El objetivo principal del proyecto persigue el desarrollo de nuevas redes metal-orgánicas porosas (*metal-organic frameworks*, MOF) diseñadas para lograr una adsorción eficiente de especies gaseosas de interés tecnológico y medioambiental (CO₂, CO, NO_x...) y para actuar como fotocatalizadores. En concreto, estos materiales serán preparados utilizando como ligandos aniones policarboxílicos aromáticos, y como nodos, iones de metales de transición (Fe(III), Ti(IV), Zr(IV)). Esta combinación dotará de una gran estabilidad química y térmica a los materiales obtenidos, siendo una característica deseable en aplicaciones que requieren condiciones exigentes.

El desarrollo del proyecto, además de una etapa de síntesis, implicará la caracterización química y estructural de los materiales preparados. Se hará especial énfasis en el crecimiento de monocristales de calidad adecuada para la elucidación de la estructura cristalina a partir de datos de difracción de rayos X. La caracterización química implicará el empleo de técnicas de análisis elemental y molecular. Para validar la funcionalidad de los materiales se llevarán a cabo experimentos de adsorción física de gases y se analizará su potencial como fotocatalizadores en la transformación de CO₂ y en la producción de hidrógeno.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Síntesis, caracterización química y estructura de nuevos materiales porosos. Determinación de su capacidad de adsorción de gases y de fármacos en disolución

Director y tutor: Antonio Luque Arrebola
e-mail: antonio.luque@ehu.eus
Centro: UPV/EHU. Química Orgánica e Inorgánica
Alumno (concertado): Ibán López Rodríguez

Resumen:

El diseño y síntesis de compuestos metal-orgánicos porosos, el estudio de sistemas biomiméticos y la nanotecnología son áreas de gran actividad por su utilización en aplicaciones tales como la biología molecular, la nano-electrónica, la catálisis, la sensorica o la separación/almacenamiento de gases. En este trabajo fin de máster se pretende preparar compuestos porosos con moléculas biológicamente relevantes, como bases nitrogenadas y derivados, para dar lugar a estructuras metal-orgánicas extendidas mediante enlaces de coordinación (MOFs) o por ensamblaje supramolecular entre las bases nitrogenadas (nucleobases) ancladas a los centros metálicos (supraMOFs). La rigidez geométrica que imponen determinados fragmentos metal-nucleobase en el modo de coordinación, así como los esquemas de enlaces de hidrógeno complementarios que establecen las nucleobases, conducen a restricciones estructurales que impiden una ocupación efectiva del espacio, y como resultado se favorece la obtención de estructuras porosas.

Por lo tanto, el objetivo general de este trabajo es el desarrollo de nuevos materiales, basados en sistemas metal-nucleobase, con posible reconocimiento molecular, que puedan combinar propiedades como porosidad y magnetismo para analizar su capacidad de adsorción y desorción de diferentes especies, incluidas moléculas biológicamente activas.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Porous metal-organic materials for the loading and controlled delivery of drug molecules

Director: Oscar Castillo García

e-mail: oscar.castillo@ehu.eus

Co-director (si lo hubiera): Rubén Pérez Aguirre

e-mail: ruben.pereza@ehu.eus

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, Facultad de Ciencia y Tecnología

Alumno: Jon Bazkoare Etxebarria Gana

Resumen:

The use of porous metal-organic materials in biomedical applications has been greatly expanded in the last decade, due to their versatility, large surface areas and high load capacities. Among this type of materials, MOFs (Metal-Organic Frameworks) are the most explored for many drug dosing applications. These studies began in 2006 with the controlled loading and release of ibuprofen, but have since been used to release other small-sized drugs, such as the antitumor agents doxorubicin and curcumin. Recent reports indicate that they can also encapsulate and protect macromolecules (biomimetic mineralization), creating MOFs loaded with different macromolecular therapeutics (e.g., gelonin, sgRNA-loaded Cas9 for CRISPR, plasmids, and siRNAs).

Another family of porous metal-organic frameworks are SMOFs (Supramolecularly assembled metal-organic frameworks), in which the 3D cohesion of the crystal structure is supported by supramolecular interactions (hydrogen bonds or π -stacking interactions). Not surprisingly, the mechanical stability of these materials is lower than that of the corresponding MOFs, but their chemical stability is the opposite, usually being more stable in aqueous environments than the former.

The work to be developed will be the capture of two drug molecules for subsequent release (5-fluorouracil-FU and 5-aminosalicylic acid -5-ASA) and are used in the standard treatment of Chron's disease in colorectal cancer. However, there are many problems associated with administration to patients due to the low stability of these drug molecules in biological media. Therefore, the first phase would involve the loading of these drugs into different porous metal-organic materials and, later, the study of their release in aqueous environments that mimic biological fluids.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Estudio de la influencia de las sales inorgánicas simples en el ensamblaje de híbridos metalorgánicos con polioxometalatos tipo Anderson-Evans.

Director: Juan M. Gutiérrez-Zorrilla López

e-mail: juanma.zorrilla@ehu.es

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, Universidad del País vasco (UPV/EHU)

Co-director o Tutor: Estibaliz Ruiz Bilbao

e-mail: estibaliz.ruiz@bcmaterials.net

Centro (Universidad y Departamento o Centro externo): BCMaterials

Alumno (si hubiera uno concertado): Nerea Mazón Muñoz

Resumen:

La combinación entre polioxometalatos con complejos metal orgánicos que contengan Cu(II) y ligandos macrocíclicos N4-tetradentados ha resultado efectiva para la construcción de redes híbridas extendidas con porosidad permanente. Además, la presencia de sales alcalinas simples en los medios de reacción influye en gran medida en la disposición de las unidades híbridas POM/complejo metalorgánico. De esta manera, en el presente trabajo se pretende estudiar la reacción entre el polioxometalato $[H_6CrMo_6O_{24}]^{3-}$ tipo Anderson-Evans y el complejo $\{Cu(DMC)\}^{2+}$ (DMC = 1,8-dimetil-1,4,8,11-tetraazaciclotetradecano) en diferentes medios de reacción (H_2O , LiCl, NaCl, $NaNO_3$...). Asimismo, los compuestos finales que presenten microporosidad permanente podrían presentar una potencial aplicabilidad en la adsorción/separación de gases tales como el CO_2 o N_2 .



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Estudio de bacterias magnetotácticas mediante microscopia de fuerzas magnéticas a escala nanométrica

Director: César Moreno Sierra
e-mail: cesar.moreno@unican.es
Centro: UC-CITIMAC

Co-director: Javier Alonso Masa
e-mail: javier.alonsomasa@unican.es
Centro: UC-CITIMAC

Alumno concertado: Andrea Puente Nieto

Resumen:

Las bacterias magnetotácticas (MTB) son un grupo diverso de microorganismos acuáticos que biomineralizan nanopartículas de magnetita de alta pureza química, rodeadas por una membrana de bicapa lipídica, con un tamaño y morfología precisos debido al control genético que ejercen las bacterias. Estas nanopartículas se llaman magnetosomas y están organizadas en cadenas que las bacterias usan como una brújula para orientarse en el campo magnético terrestre. Como consecuencia, las MTB pueden nadar activamente gracias a los flagelos y alinearse pasivamente a lo largo del campo geomagnético. Este comportamiento se conoce como magnetotaxis. Las MTB tienen además elementos sensoriales que las guían hacia áreas acuáticas con su concentración preferida de oxígeno, una habilidad llamada aerotaxis. Debido a estas características, se considera que las MTB pueden ser utilizadas como nano-bio-robots (nanobots) que pueden ser guiados y manipulados por campos magnéticos externos y que son naturalmente atraídos hacia áreas hipóxicas, como las regiones tumorales. Además, la presencia de los magnetosomas proporciona a las MTB capacidades biomédicas para la terapia y diagnóstico, como la capacidad de calentar bajo campos magnéticos alternos mediante hipertermia magnética.

En este trabajo, el alumno tendrá la oportunidad de sumarse a esta investigación, teniendo como objetivo principal el estudio de las MTB mediante microscopia de fuerzas magnéticas a escala nanométrica. Más concretamente, el alumno:

- se familiarizará con la bibliografía reciente relacionada con el tema de las MTB
- estudiará la respuesta magnética de las MTB en función de la temperatura y del campo magnético usando un magnetómetro SQUID.
- se explorarán los principios fundamentales de la microscopia MFM y su aplicación en la visualización de dominios magnéticos.
- se investigará el uso de la microscopía de fuerza magnética (MFM) para el análisis y caracterización MTB a escala nanométrica.

Este trabajo permitirá al alumno investigar en un tema de actualidad y gran interés, familiarizarse con distintas técnicas avanzadas de caracterización, y aprender a analizar críticamente y a presentar los resultados obtenidos.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Síntesis, caracterización y estudio de nanocristales fotoluminiscentes de YPO_4 y GdPO_4 impurificados con iones de tierras raras

Director: Rafael Valiente Barroso

e-mail: valientr@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria, Física Aplicada

Alumno: Alia Saro Castanedo

Resumen:

El presente proyecto tiene como objetivo principal el estudio de nanocristalinos fotoluminiscentes a partir de fosfatos de itrio (YPO_4) y gadolinio (GdPO_4), impurificados con iones de tierras raras: Eu^{3+} , Tb^{3+} e Yb^{3+} . La combinación de estos iones permite estudiar el color en función de la concentración, así como otros efectos más fundamentales como la transferencia de energía entre iones dentro el nanocristal o entre nanocristales. La reducción de tamaño por lo general da lugar a una disminución de la eficiencia luminiscente, que se asocia a la transferencia de energía a modos vibracionales de grupos orgánicos adsorbidos en su superficie. Este proceso siempre compete con el decaimiento radiativo. El estudio se centrará en la síntesis, caracterización estructural y morfológica de estos nanomateriales, así como en el análisis de sus propiedades fotoluminiscentes en función de la estructura cristalina, la morfología, el tamaño y la concentración, tanto en sistemas dopados como co-dopados y la energía de los fonones de red al sustituir Gd por Y.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: *Combined magnetic hyperthermia and Plasmonic Photothermal cancer therapy*

Director: Maite Insausti Peña

e-mail: maite.insausti@ehu.eus

Centro: Departamento Química Orgánica e Inorgánica, UPV/EHU

Co-directora: Irati Rodrigo Arrizabalaga

e-mail: irati.rodrigoa@ehu.eus

Centro: Departamento Física Aplicada, UPV/EHU

Alumno: Nerea García de Iturrospe Cahue

Resumen:

A nivel mundial, se estima que cada año se diagnostican con cáncer a 100 millones de personas y casi 9,6 millones mueren por esta enfermedad, lo que la convierte al cáncer en la segunda causa de muerte en el mundo. Para combatir la naturaleza metastásica del cáncer, habitualmente, la quimioterapia y la radioterapia se aplican de manera combinada para proporcionar un tratamiento persistente en todo el cuerpo. Sin embargo, debido a los conocidos efectos secundarios negativos de estas terapias en otras partes del cuerpo, actualmente, la investigación en el campo de la oncología, se centra en el desarrollo de tratamientos alternativos. Entre ellos se encuentran, la terapia génica, la inmunoterapia y los tratamientos basados en nanopartículas magnéticas (NPM).

La hipertermia magnética es una terapia contra el cáncer que utiliza nanopartículas magnéticas de óxido de hierro, para inducir la muerte celular mediante calentamiento utilizando campos magnéticos de corriente alterna de alta frecuencia. Por otra parte, la fototérmica plasmónica, utiliza el calor generado por nanopartículas de oro, cuando estas son irradiadas por luz láser para producir ablación térmica a nivel celular.

En este proyecto proponemos combinar de manera simultánea los tratamientos de hipertermia magnética y fototermia plasmónica. Por una parte, se estudiarán distintos sistemas nanoparticulados que actuarán como agentes en ambas terapias. Por otra parte, se caracterizarán estos sistemas experimentalmente y se diseñarán modelos teóricos para entender los mecanismos de calentamiento que se encuentran detrás de estas.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Caracterización espectroscópica del fósforo rojo $K_2SiF_6:Mn^{4+}$

Director: Rafael Valiente Barroso

e-mail: valientr@unican.es

Centro: Física Aplicada, UC.

Co-directora: Rosa Martín Rodríguez

e-mail: rosa.martin@unican.es

Centro: QUIPRE

Alumno: Begoña Somavilla Oñate

Resumen:

El $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ es el fósforo ideal para su uso en LED blancos dotándoles de una gama cromática más cálida, reemplazando la combinación de la emisión UV-azul procedente del chip de InGaN junto a la emisión del fósforo amarillo $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ce³⁺). El Mn^{4+} reemplaza el sitio octaédrico del Si^{4+} . Se caracterizará el $K_2SiF_6:Mn^{4+}$ desde el punto de vista espectroscópico (reflectancia, Raman, luminiscencia, tiempos de vida), para una concentración dada, en función de la temperatura, la presión y la intensidad de excitación. Se compararán los resultados obtenidos para el Mn^{4+} en este fluoruro con los resultados disponibles del Cr^{3+} en rubí (Al_2O_3), ambos con la configuración electrónica $3d^3$. Este trabajo explorará el efecto de la presión y la temperatura en la posición y la intensidad de la línea de cero-fonón (transición ${}^2E_g \rightarrow {}^4A_{2g}$) responsable de la emisión roja del Mn^{4+} .



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Estudio de la estructura local y de la banda prohibida del GeS_2 mediante absorción de rayos X y absorción óptica a alta presión

Director: Javier Ruiz Fuertes

e-mail: ruizfuertesj@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Co-director o Tutor: Virginia Monteseguro Padrón

e-mail: Virginia.Monteseguro@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Alumno: Silvia Sanchez Martín

Resumen:

Los calcogenuros amorfos deben su relevancia a sus propiedades fotoestructurales. Pequeñas variaciones del entorno de coordinación del metal producen cambios drásticos en la banda prohibida del compuesto. Se sabe que en calcogenuros amorfos como el GeSe_2 con una banda prohibida inicial de 2.5 eV el efecto de la presión produce cambios de coordinación del Ge que pasa de coordinación GeSe_4 a GeSe_6 en 30 GPa metalizando la muestra. Para poder entender el proceso de metalización a alta presión en estos compuestos es necesario hacer una correlación electrónico-estructural. En este trabajo se propone el estudio a alta presión del entorno de coordinación del Ge en vidrios de GeS_2 mediante absorción de rayos X (EXAFS) en el eje K del Ge, así como medidas de absorción óptica para obtener la evolución de la banda prohibida hasta los 30 GPa.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Elaboración de Aleaciones con Memoria de Forma mediante Fabricación Aditiva: Microaleado en la zona de fusión

Director: José María San Juan Núñez

e-mail: jose.sanjuan@ehu.es

Co-director: María Luisa Nó Sánchez

e-mail: maria.no@ehu.es

Centro: UPV/EHU, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Física.

Alumno: Iñaki Sierra Arteaga

Resumen:

Las Aleaciones con Memoria de Forma (SMA, por sus siglas en inglés) son materiales activos que presentan una transformación martensítica termo elástica que les permite cambiar su forma de manera reversible, ya sea por un cambio de temperatura (efecto memoria de forma) o por la aplicación de una tensión mecánica (efecto superelástico). Ello les confiere notables aplicaciones tecnológicas en múltiples sectores industriales. Por otra parte, la Fabricación Aditiva (FA) de materiales metálicos es una tecnología emergente, que emplea polvos metálicos elaborados por atomización con gas, para alimentar una mesa 3D donde se funden de manera controlada para generar estructuras tridimensionales. Esta tecnología está teniendo una amplia repercusión en diversos sectores industriales y plantea nuevos retos científicos en lo que respecta al control de la microestructura y las propiedades mecánicas.

En el presente trabajo se colabora con el centro tecnológico CEIT, en el marco de un proyecto ELKARTEK. El CEIT producirá los polvos de dos aleaciones SMA de Cu-Al-Ni con diferente concentración. En el marco del TFM se procederá a estudiar el microaleado de los polvos de las dos aleaciones en la zona de fusión, mediante la técnica de "Laser Powder Bed Fusion" (LPBF). En cada etapa del procesado se realizará la caracterización microestructural mediante microscopía óptica y electrónica de barrido. Se estudiará también la transformación martensítica mediante calorimetría DSC en función de los parámetros de procesado. Finalmente, para las aleaciones optimizadas, se evaluarán las propiedades mecánicas y funcionales mediante ensayos de tensión compresión.

Todo esto se llevará a cabo en el marco de un equipo de trabajo que está abordando esta línea de investigación desde diferentes perspectivas y que dará soporte a la realización del TFM. Desde el punto de vista experimental, el proyecto de TFM se llevará a cabo haciendo uso tanto de los equipamientos del Grupo de Investigación, así como de las facilidades que se estimen necesarias de los SGIKER de la UPV/EHU.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Estudio del efecto Elastocalórico en Aleaciones con Memoria de Forma de Cu-Al-X:
Caracterización termo-mecánica y aplicación a la Refrigeración Sostenible

Director: José María San Juan Núñez

e-mail: jose.sanjuan@ehu.es

Co-director: María Luisa Nó Sánchez

e-mail: maria.no@ehu.es

Centro: UPV/EHU, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Física.

Alumno: Xabier Vivanco Ortiz

Resumen:

Las Aleaciones con Memoria de Forma (SMA) son materiales inteligentes que presentan las propiedades de Memoria de Forma y Superelasticidad, debido a una transformación de fase martensítica termoelástica reversible entre una fase a alta temperatura, denominada Austenita, y otra a baja temperatura, denominada Martensita. Durante esta transformación se produce una emisión de calor (calentamiento externo) durante la transformación directa, y una absorción de calor (enfriamiento externo), asociadas al calor latente de transformación. En las SMA dicha transformación se puede estimular mediante la aplicación de una tensión, según el efecto superelástico, y ello puede emplearse para obtener una refrigeración externa, por efecto elastocalórico. La eficiencia de Carnot del efecto elastocalórico en las SMA es superior a la de los sistemas refrigerantes basados en compresión de vapor, ofreciendo un mecanismo de refrigeración respetuoso con el medio ambiente y por consiguiente sostenible.

En el presente trabajo de TFM se realizará un estudio teórico y experimental sobre el efecto elastocalórico en las aleaciones de Cu-Al-X, siendo X diferentes elementos aleantes. Para ello, se partirá de monocristales orientados, y se medirán sus temperaturas de transformación mediante DSC. A continuación, se medirá el coeficiente de rendimiento COP (Coefficient of Performance) y la potencia de refrigeración específica SCP, mediante el estudio de ensayos superelásticos monitorizados para medir simultáneamente y de forma precisa el cambio de temperatura adiabático. Finalmente, se analizarán los diferentes modelos propuestos en la literatura para la transferencia de calor, con vistas a su aplicación a la refrigeración sostenible, proponiendo un prototipo de refrigerador.

Todo esto se llevará a cabo en el marco de un equipo de trabajo que está abordando esta línea de investigación desde diferentes perspectivas y que dará soporte a la realización del TFM.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Síntesis y caracterización de sistemas $TiX@M$, obtenidos mediante modificación de nanopartículas TiC y TiN, como materiales de refuerzo en fundiciones de hierro

Directora: Izaskun Gil de Muro Zabala

e-mail: izaskun.gildemuro@ehu.eus

Centro: Departamento de Química orgánica e inorgánica, UPV-EHU

Co-director: Jon Sertucha

e-mail: jsertucha@azterlan.es

Centro: AZTERLAN

Alumna: Garazi Junquera Pérez

Resumen:

La inserción de micro/nanopartículas en aleaciones metálicas ayuda a mejorar sus propiedades mecánicas. A menudo, las partículas de refuerzo se preparan por separado y se incorporan posteriormente a la fabricación de la aleación; aunque la preparación *in situ* de fases carburo en metales fundidos es también bastante común, obteniéndose un tamaño de partícula muy pequeño. Sin embargo, todavía hay muchas incógnitas sobre la mejor manera de obtener adiciones y distribuciones homogéneas de las partículas para mejorar el comportamiento de los materiales.

Las fundiciones de hierro que contienen partículas de grafito se caracterizan por su alta resistencia, dureza y resistencia al desgaste. En este tipo de aleaciones, la incorporación de micro/nanopartículas al fundido puede modificar la morfología de la matriz metálica y/o del grafito, con lo que puede aumentar la resistencia al desgaste del material.

El objetivo de este proyecto es incorporar nanopartículas (NPs) cerámicas de TiN y TiC en fundiciones de hierro con grafito precipitado. El proyecto se llevará a cabo entre el departamento de Química Orgánica e Inorgánica de la UPV/EHU y el centro de investigación metalúrgica Azterlan. Para ello, se modificará la superficie de las NPs de TiN y TiC. La preparación y caracterización de estos materiales se llevará a cabo el departamento de Química Orgánica e Inorgánica. Finalmente, la inserción y los materiales compuestos obtenidos serán caracterizados química, morfológica y mecánicamente en colaboración entre ambos centros, UPV-EHU y Azterlan.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: *Lipid-inorganic hybrid nanospheres as drug delivery vehicles for magnetic hyperthermia*

Directora: Dra. Maite Insausti Peña

e-mail: maite.insausti@ehu.eus

Co-directora: Dra. Idoia Castellanos Rubio

e-mail: idoia.castellanos@ehu.eus

Centro: UPV/EHU, Dpto. Química Orgánica e Inorgánica

Alumno: Ainara Marigomez Cajaraville

Resumen:

Magnetic nanoparticles (MNP) are a topic of intense research in biomedical applications because of its wide impact in drug delivery, magnetic resonance imagen (MRI), bio-separation or magnetic hyperthermia. For biomedical applications NPs are often treated with surface modification to improve the biocompatibility, to decrease dipole-dipole interactions between the particles and to minimize NP agglomeration. Nevertheless, it is interesting to analyze other strategies as the counting on carriers to enhance the effects of magnetic MNPs.

In this project we propose the reductions of the carrier dimension below $1\mu\text{m}$. In this way, the surface area and the cargo capacity of the active components (MNPs or biomolecules) will be significantly increased, having a great positive impact in the targeting and therapeutic efficiency. Therefore, the development of nanocarriers based on sorbitan esters (Span 80®) combined with oleylamine is proposed. This nanosystem is able to carry different elements of both biological and inorganic nature, as we have recently shown by including Fe_3O_4 NPs within them. Low toxicity together with a high versatility and a really notable size that allows the delivery of noticeable amounts of MNPs, play important roles in its development as a therapeutic agent.

Concerning the magnetic NPs, magnetite with different degrees of doping, $\text{Fe}_{3-x}\text{Co}_x\text{O}_4$ ($x = 0, = 0.05, 0.1$ and 0.15) will be prepared in order to increase the saturation magnetization (M_s) in comparison to the stoichiometric magnetite. To obtain monodisperse and stoichiometric ferrite nanocrystals with dimensions between 20 and 40 nm and without traces of secondary phases, the thermal decomposition of previously synthesized iron(III) and cobalt(II) oleate will be employed. Magnetic nanoparticles will be characterized by X ray diffraction (XRD), transmission microscopy (TEM) and DC magnetometry.

The magnetic NPs will be properly coated by an amphiphilic polymer to further mix with sorbitan esters and oleylamine and obtain the hybrid nanovehicles. Cytotoxicity studies of the nanoplateforms will be performed and after assuring their biocompatibility, the therapeutic capacity will be evaluated. For this purpose, magnetic hyperthermia studies in a cellular environment will be carried out.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Fotoexcitación y conducción en sistemas basados en TiO_2 funcionalizados con polifenoles

Director: Ignacio Hernández Campo

e-mail: ignacio.hernandez@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Alumno: Alejandro Carballido Mantecón

Resumen:

Si bien la tecnología basada en el Silicio para la generación electrovoltaica está consolidada y tiene una gran implantación, existen alternativas basadas en películas delgadas que permitirían dispositivos más ligeros, baratos y con propiedades superiores, como flexibilidad, facilidad de fabricación, etc. Entre estas tecnologías cabe destacar la tecnología basada en células fotovoltaicas con tintes sensibilizadores [1]. Estas células emplean un semiconductor de amplio gap, como el TiO_2 en la presencia de un tinte orgánico, que es el material fotoabsorbente. La excitación del tinte mediante la luz solar resulta un electrón en el semiconductor, que migra al cátodo, y una solución electrolítica completa el ciclo de oxo-reducción de los compuestos intervinientes, tomando un electrón del ánodo.

El tinte debe tener buenas propiedades de absorción y ser capaz de obtener y separar los fotoelectrones y el conjunto ser capaz de extraerlo. Los materiales que mejores resultados han dado hasta la fecha son tintes basados en complejos de rutenio, y contraelectrodos de platino [2], pero son materiales extremadamente caros. Se ha visto que materiales más baratos, como tintes de origen natural basados en polifenoles, y grafito como contraelectrodo, aunque provén menores desempeños, pueden producir el efecto fotovoltaico.

Entre las combinaciones de colorantes basados en polifenoles, semiconductores, electrolito y contraelectrodo más baratas hemos estudiado las propiedades fotovoltaicas de TiO_2 con extracto de piel de uva, grafito y un electrolito sencillo basado en I_2 . Hemos observado que el tratamiento de hidrólisis del extracto de piel de uva en presencia del TiO_2 permite la deposición de las películas delgadas funcionalizadas mediante spray y por consiguiente fabricar células solares de una forma más sencilla.

En este proyecto se propone estudiar los procesos de fotoexcitación y conducción en los sistemas de TiO_2 funcionalizados con polifenoles con el fin de encontrar indicaciones de diseño para superar los procesos que limitan el funcionamiento de este tipo de células solares.

Se practicarán diversas funcionalizaciones y se incluirán aditivos a los polifenoles de origen de la uva (piel o pepitas), además de procesos de hidrólisis que permitirán diferentes grados de grafitización, así como pretratamientos del TiO_2 y/o los electrodos y la sustitución de este por otros semiconductores como SnO_2 , ZnO , etc.

Se caracterizarán los materiales obtenidos mediante técnicas estructurales y se pondrá el foco en la interacción entre el tinte orgánico y la parte inorgánica a través del estudio de propiedades ópticas y eléctricas de los composites producidos. Además, se procesarán mediante deposición en películas delgadas y se medirán las curvas de intensidad de fotocorriente frente a voltaje externo aplicado en iluminación y en oscuridad para caracterizar los parámetros típicos fotovoltaicos.

[1] B. O'Regan and M. Grätzel, *Nature*, 1991, **353**, 737 —740

[2] M. K. Nazeeruddin, F. De Angelis, S. Fantacci, A. Selloni, G. Viscardi, P. Liska, S. Ito, B. Takeru and M. Grätzel, *J. Am. Chem. Soc.*, 2005, **127**, 16835 —16847



Máster en Nuevos Materiales



Título: Desarrollo de recubrimientos orgánicos con características térmicas y eléctricas

Director: Ignacio Hernández Campo

e-mail: ignacio.hernandez@unican.es

Centro: DPTO. CIENCIAS DE LA TIERRA Y FISICA DE LA MATERIA CONDENSADA (FISICA DE LA MATERIA CONDENSADA). Facultad de Ciencias.

Co-director: Ángel Yedra Martínez

e-mail: ayedra@centrotecnologicocctc.com

Centro: Centro Tecnológico CTC

Alumna: Carla Ortiz Sánchez

Resumen:

Muchos materiales, como el vidrio o el plástico, son intrínsecamente aislantes. Con los recubrimientos conductores, fabricados a partir de una combinación de pigmentos conductores y una matriz polimérica aislante, estos sustratos pueden transformarse en superficies que faciliten el flujo de la corriente eléctrica. Este tipo de recubrimientos pueden emplearse en aplicaciones tan diversas como el blindaje de equipos contra interferencias electromagnéticas y de radiofrecuencia (EMI/RFI), como disipadores de carga estática e incluso para la calefacción de espacios por efecto Joule.

En otros campos, como puede ser el entorno espacial, el control térmico de las estructuras se garantiza principalmente mediante métodos pasivos, es decir, usando materiales que presentan valores bajos de absorbanza solar y altos en emitancia. Sin embargo, es un entorno severo en el que la acumulación de cargas eléctricas inducidas en las partes aislantes y dieléctricas pueden llegar a producir arcos superficiales o descargas electrostáticas (ESD), provocando daños severos sobre los sustratos y fallos de los sistemas.

Para alcanzar tanto el control térmico pasivo, como para hacer frente a la acumulación de cargas eléctricas, se propone llevar a cabo todo el proceso de fabricación y aplicación sobre sustratos de recubrimientos orgánicos que combinen polímeros aislantes en base agua con pigmentos blancos/negros conductores comerciales a base de óxidos metálicos y nanoestructuras de carbono. Diferentes técnicas avanzadas de dispersión de los pigmentos dentro de la matriz polimérica serán empleadas (p.e. molienda de tres rodillos), así como varias tecnologías de aplicación de la formulación sobre distintos sustratos (p.e. *esprayado* y *spin coating*) serán evaluadas. Además, se pretende caracterizar sus diferentes propiedades (eléctricas, emitancia y absorbanza, entre otras) y realizar experimentos para validar posibles aplicaciones de los mismos, como sistema de radiación de calor por efecto Joule.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Conductividad en biomateriales basados en proteínas

Director: M. Reyes Calvo
e-mail: reyes.calvo@bcmaterials.net
Centro: BCMaterials

Co-director: Andoni Lasheras Aransay
e-mail: andoni.lasheras@ehu.eus
Centro: Facultad de Ciencia y Tecnología (UPV/EHU), Departamento de Física
Alumno: Lucía Juan Bordera

Resumen:

Los biomateriales basados en proteínas destacan por su biocompatibilidad y propiedades estructurales, lo que los hace ideales para el diseño de aplicaciones bioelectrónicas, desde sensores hasta dispositivos capaces de controlar funciones biológicas. Aunque muestran buena conductividad iónica, su capacidad de conducción electrónica es aún bastante limitada. La ingeniería de proteínas permite crear biomateriales altamente estables y autoensamblables con propiedades ajustables. En concreto, las proteínas de repetición "consensus tetratricopeptide" (CTPR) son proteínas de diseño capaces de formar películas uniformes y constituyen un sistema altamente modificables mediante mutaciones dirigidas.

Objetivos. El objetivo de este trabajo es identificar biomateriales proteicos con conductividad electrónica mejorada. Para ello, se estudiarán las propiedades eléctricas de ensamblados de variantes de proteínas CTPR y otros sistemas proteicos artificiales, empleando técnicas a nano y microescala como microscopía de fuerza atómica (AFM) conductora y mediciones de conductividad AC y DC en microelectrodos a temperatura y humedad variables. Se correlacionarán las propiedades de conducción con otras propiedades mecánicas y de hidratación de estos sistemas. A través de colaboraciones con expertos en síntesis y modelado teórico, se buscarán las condiciones que optimicen la conductividad de los biomateriales basados en proteínas.

Tareas a realizar

- Puesta a punto y prueba de un setup para realización de medidas de AFM conductor
- Estudio de la conductividad a nanoscala en películas delgadas de biomateriales basados en proteína.
- Comparación de los resultados de conductividad a la nanoscala con los obtenidos de medidas eléctricas realizadas sobre micro-electrodos.
- Determinación de propiedades mecánicas y de hidratación de los biomateriales
- Análisis de resultados y comparación con otros sistemas reportados.

Bibliografía:

- (1) Mejias, S. H. et al. Designed Repeat Proteins as Building Blocks for Nanofabrication. In *Protein-based Engineered Nanostructures*; Cortajarena, A. L., Grove, T. Z., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2016; pp 61–81
- (2) Mejias, S. H. et al Engineering Conductive Protein Films through Nanoscale Self-Assembly and Gold Nanoparticles Doping. *Nanoscale* 2021, 13 (14), 6772–6779 Almonte, L.; et al. *ACS Appl. Bio Mater.* 2024, 7 (8), 5719–5727.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Porous Ionic Crystals (PICs), based on the combination of polyoxotitanium cations and polyoxometalate anions, for CO₂ photocatalytic reduction.

Director: Oscar Castillo García

e-mail: oscar.castillo@ehu.eus

Co-director: Beñat Artetxe Arretxe

e-mail: benat.artetxe@ehu.eus

Centro: Departamento de Química Orgánica e Inorgánica, Facultad de Ciencia y Tecnología

Alumno: Raúl Llano Insausti

Resumen:

Los MOFs de titanio(IV) destacan por su gran estabilidad térmica y química. La dureza del catión metálico proporciona enlaces metal-carboxilato notablemente más fuertes que aquellos formados por cationes de metales de transición divalentes o trivalentes, y en consecuencia, la estabilidad química y térmica mejoran enormemente, soportando entornos marcadamente ácidos y temperaturas de hasta 400 °C. Estas características han hecho, que este tipo de materiales hayan sido objeto de intenso estudio en aplicaciones como la captura de gases y separación de gases, captura de humedad atmosférica para distribución de agua potable y especialmente como fotocatalizadores heterogéneos donde han ofrecido resultados muy prometedores.

Con ello en mente, el presente proyecto tratará de establecer estrategias que permitan mejorar todavía más las capacidades fotocatalíticas de estas redes metal-orgánicas de Ti(IV). En concreto, se desarrollarán materiales híbridos donde bloques de construcción catiónicos basados en entidades metal-orgánicas discretas de Ti(IV) puedan generar un material híbrido al ensamblarse con polioxometalatos (POM) a través de interacciones electrostáticas además de por enlaces de hidrógeno y otras interacciones supramoleculares. La presencia de interacciones supramoleculares altamente direccionales, como son los enlaces de hidrógeno, impedirá una ocupación efectiva del espacio con la consiguiente aparición de huecos y canales en el interior de la estructura cristalina. Por otro lado, se busca que la sinergia entre ambos clústeres permita obtener un material que mejore sensiblemente las propiedades fotocatalíticas de cada uno de los componentes por separado. En este sentido, se espera que la coexistencia de ambas entidades en el mismo material habilite una disposición de los niveles HOMO/LUMO que simule el esquema Z de los fotosistemas naturales y se traduzca en la búsqueda mejora de las propiedades fotocatalíticas



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Desarrollo de fotocatalizadores basados en TiO_2 dopado con tierras raras y/o metales de transición

Directora: Rosa Martín Rodríguez

e-mail: rosa.martin@unican.es

Centro: QUIPRE

Co-directora: Ana Carmen Perdigón Aller

e-mail: anacarmen.perdigon@unican.es

Centro: QUIPRE

Alumno: Carlos Arturo Rojas Flórez

Resumen:

Existen numerosos estudios de la aplicación de diferentes nanomateriales, tanto puros como dopados, para la reducción fotocatalítica de nitrógeno o nitratos a amoníaco, en condiciones ambiente, usando luz solar. En particular, el desarrollo de nanopartículas de TiO_2 presenta un gran interés. Se han empleado diferentes métodos, tanto *top-down* como *bottom-up*, para la preparación de nanopartículas de TiO_2 . Las estrategias empleadas para la mejora de fotocatalizadores basados en este semiconductor de amplio gap incluyen: (i) modificación del tamaño y la forma de las nanopartículas, (ii) cambio en la proporción de fases anatasa / rutilo, o (iii) dopaje con iones de tierras raras o metales de transición.

Este proyecto tiene dos objetivos principales. En primer lugar, se pretende fabricar nuevos catalizadores basados en TiO_2 utilizando un método de síntesis solvotermal asistida por microondas. A continuación, se llevará a cabo un estudio de la actividad fotocatalítica de los nano-catalizadores sintetizados. En particular, se utilizarán diferentes condiciones de temperatura, tiempo y proporción de precursores. Asimismo, se doparán las nanopartículas con metales de transición y tierras raras, tales como Mn y Eu, con el fin de modificar la absorción del TiO_2 y aumentar ésta en el rango visible. Las nanopartículas sintetizadas se caracterizarán utilizando técnicas de difracción de rayos X, microscopía electrónica de transmisión, absorción óptica y luminiscencia, con el fin de obtener información sobre su tamaño, morfología, estructura cristalina y propiedades ópticas.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Síntesis, Caracterización y estudio de la capacidad catalítica de nanopartículas mesoporosas funcionalizadas con metales de transición

Director: Lorena González Legarreta

e-mail: gonzalezll@unican.es

Centro: UC/QulPRe

Co-director: Fernando González Martínez

e-mail: fernando.gonzalez@unican.es

Centro: UC/QulPRe

Alumno: Ana de la Hera Gutierrez

Resumen:

El desarrollo de la catálisis bioortogonal ha revolucionado el mundo de la bioquímica al permitir la realización de reacciones químicas en el interior celular a demanda, sin afectar los procesos naturales. En este contexto, surgen las nanoenzimas, catalizadores artificiales basados comúnmente en metales de transición que pueden ser diseñados para catalizar reacciones sin equivalente natural, convirtiéndose en importantes herramientas en la investigación nanomédica. Este trabajo de fin de máster tiene como objetivo la síntesis y caracterización de nanopartículas de sílice mesoporosa funcionalizadas internamente con diferentes catalizadores metálicos (i.e Pd). Además, se analizará la capacidad catalítica de las nanopartículas en medio acuoso, con el objetivo final de emplearlas en el medio intracelular.

Para llevar a cabo este trabajo el estudiante se familiarizará tanto con diferentes métodos de síntesis como diferentes técnicas de caracterización. La caracterización morfológica y cristalina se llevará a cabo mediante difracción de rayos X (XRD) y microscopía electrónica de transmisión (TEM). Para la caracterización de la superficie específica y la funcionalización se emplearán termogravimetría (TG), isotermas de adsorción-desorción de N₂, espectroscopía de infrarrojos y Raman. Para evaluar la actividad catalítica de las NPs se utilizará cromatografía de gases y/o espectroscopía UV-Visible y fluorescencia.

PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Polimorfismo en nanofármacos. Uso para liberación controlada

Director: Fernando Aguado Menéndez

e-mail: aguadof@unican.es

Centro: Universidad de Cantabria. Departamento CITIMAC

Co-director: Ana Carmen Perdigón Aller

e-mail: perdigonac@unican.es

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

Alumno: Mario Álvarez García

Resumen:

Los nanofármacos representan un futuro prometedor en farmacología, ya que permiten una liberación controlada y más eficiente del principio activo, pudiéndose dirigir de manera específica a tejidos o incluso células, aumentando así la eficacia del tratamiento. Una buena parte de los fármacos presenta polimorfismo, esto es, su estructura puede presentar distintas disposiciones de las moléculas del principio activo en la red cristalina. Esto puede dar lugar a diferentes propiedades cruciales del fármaco desde el punto de vista de su aplicación, como su estabilidad térmica, su solubilidad o su biodisponibilidad. La estabilidad estructural de las distintas fases de un compuesto puede verse afectada por varios factores, entre los que se incluye el tamaño de partícula. Por tanto, este puede tener una relevancia crítica en la formación y estabilización de un determinado polimorfo y, de esta forma, en las propiedades asociadas a un nanofármaco.

En este trabajo se propone realizar un estudio de caracterización de fármacos de uso común nanoconformados, obtenidos por procedimiento de molienda mecánica. En concreto se estudiará efecto del tamaño de partícula en la estabilidad estructural y térmica de los polimorfos, analizando la posible aparición de nuevas fases cristalinas (y su comportamiento con la temperatura). Además, se explorará la posibilidad de incorporar nanopartículas de los fármacos a plataformas de tipo arcilla para liberación controlada, de forma que el estudio sirva como prueba de concepto para la utilización de nanofármacos en terapias dirigidas.

Para llevar a cabo el estudio se utilizarán molinos que permitan modificación de parámetros para controlar el tamaño medio de partícula y su dispersión. La caracterización se llevará a cabo mediante distintas técnicas disponibles en los laboratorios de la UC y el IDIVAL: Difracción de rayos X, microscopía TEM, termogravimetría y calorimetría, espectroscopías Raman e Infrarroja.

Este trabajo puede llevar asociada una ayuda económica al estudiante. Consultar con los directores.



PROPUESTAS de TRABAJO FIN DE MASTER CURSO 2024/25

Título: Producción sostenible de amoníaco mediante sonofotocatálisis utilizando materiales bidimensionales

Director: Hugo Higinio de Barros Machado Martins Salazar

e-mail: hugo.salazar@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

Alumno: Eneko Sebastián Garate

Resumen

El amoníaco (NH_3) es un producto químico clave en la agricultura y un candidato emergente como combustible libre de carbono y portador de hidrógeno. Sin embargo, su producción convencional mediante el proceso Haber-Bosch es muy intensiva en energía, ya que representa entre el 1-2% del consumo mundial de energía y genera importantes emisiones de gases de efecto invernadero.

Este proyecto pretende desarrollar un enfoque innovador para la producción de NH_3 , utilizando la sonofotocatálisis, una técnica eficiente desde el punto de vista energético y respetuosa con el medio ambiente, junto con materiales bidimensionales (2D) avanzados como el $\text{g-C}_3\text{N}_4$, el MoS_2 , y los *MXenes*. Aprovechando las propiedades únicas de estos materiales y los efectos sinérgicos de la sonofotocatálisis, esta investigación pretende facilitar las reacciones de reducción de nitrógeno (NRR) para la síntesis sostenible de NH_3 en condiciones ambientales.

El proyecto tiene como objetivos:

1. Síntesis y funcionalización de materiales 2D para maximizar sus propiedades catalíticas, incluyendo grandes áreas superficiales, alta conductividad y propiedades electrónicas;
2. Optimización de procesos sonofotocatalíticos – investigar la sinergia entre los efectos catalíticos inducidos por ultrasonidos y luz para mejorar la generación de especies reactivas, promoviendo la adsorción de nitrógeno y la transferencia de electrones;
3. Analizar el mecanismo de reducción de nitrógeno en diferentes superficies 2D, centrándose en las especies reactivas de oxígeno (ROS) para comprender su papel en la mejora de la producción de NH_3 ;
4. Evaluar la estabilidad y eficiencia del sistema sonofotocatalítico basado en 2D – se realizarán estudios comparativos con enfoques convencionales de producción de NH_3 .

Se espera que este proyecto produzca un método de síntesis de NH_3 utilizando materiales 2D eficiente y respetuoso con el medio ambiente, con un aporte energético y una huella medioambiental significativamente reducidos.