



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Departamento Física de la Materia Condensada

INMA
INSTITUTO DE NANOCIENCIA
Y MATERIALES DE ARAGÓN



Plantilla DFMC

10 CU

10 TU

1 PPL

21 INV

(12.03.2026)

GRUPO MAGNA

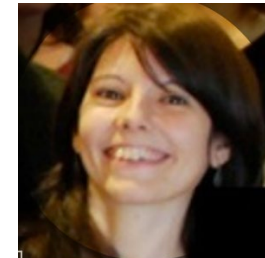
Magnetismo en nanoestructuras y sus aplicaciones // Magnetism in nanostructures and its applications

Dpto: Física de la Materia Condensada

Luis A. Morellón Alquézar

Rubén Corcuera Paños

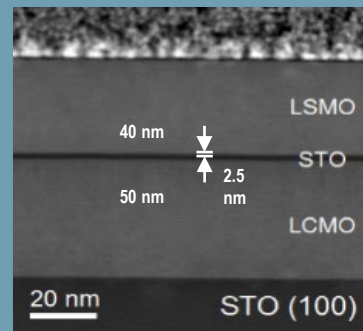
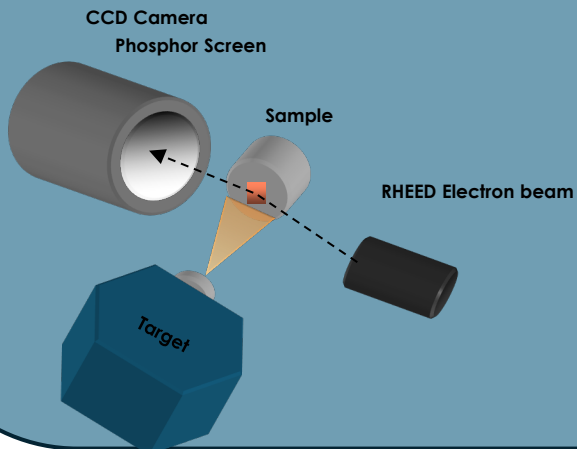
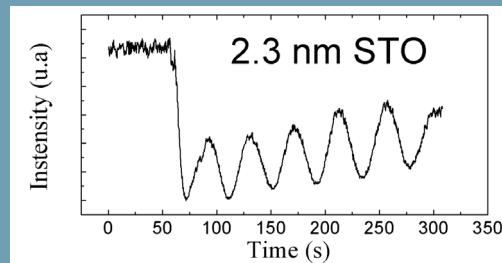
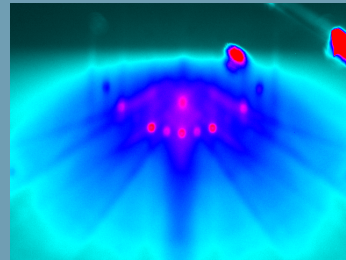
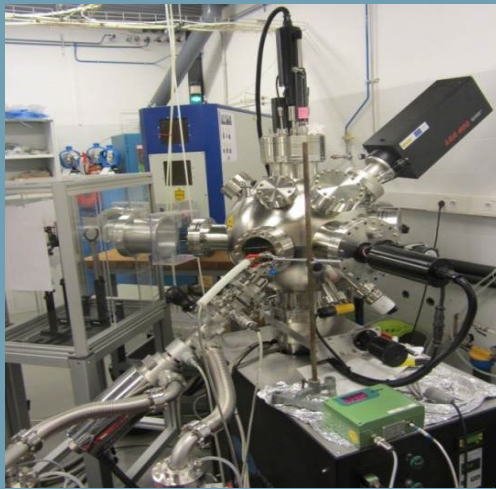
Irene Lucas del Pozo



Universidad
Zaragoza

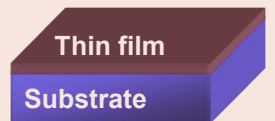
Laboratorio de crecimiento de películas delgadas

Pulsed Laser Deposition (PLD)



STEM image

Polymer Assisted Deposition (PAD)



Temas propuestos 2025-2026

- Fabricación de materiales para el estudio de efectos **superconductores**.

Estudio de la contribución de los efectos termoeléctricos a la dinámica de la propagación de vórtices en superconductores tipo II.

Directores: Rubén Corcuera e Irene Lucas del Pozo

- Fabricación de materiales para el estudio de efectos termoeléctricos de Spín.

Detección del Efecto Seebeck de Espín en películas delgadas de YIG fabricadas mediante PAD.

Directores: Irene Lucas del Pozo y Luis Morellón

Contacto: ilucas@unizar.es

Título

TFG:

Supervisores: Drs. Jorge Lobo Checa y David Serrate Donoso.

Investigadores Científicos del CSIC.

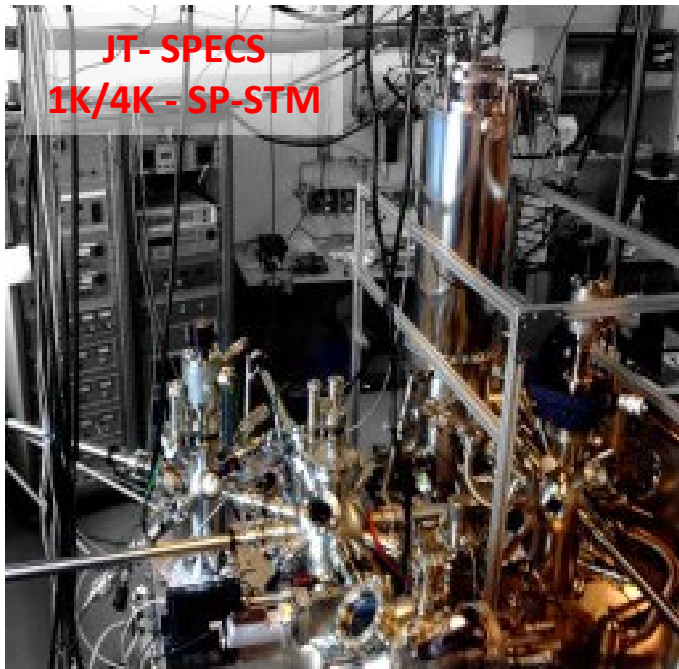
Grupo:

Laboratorio de Microscopía de efecto túnel (STM)



<http://lma.unizar.es/>
SPM user facility

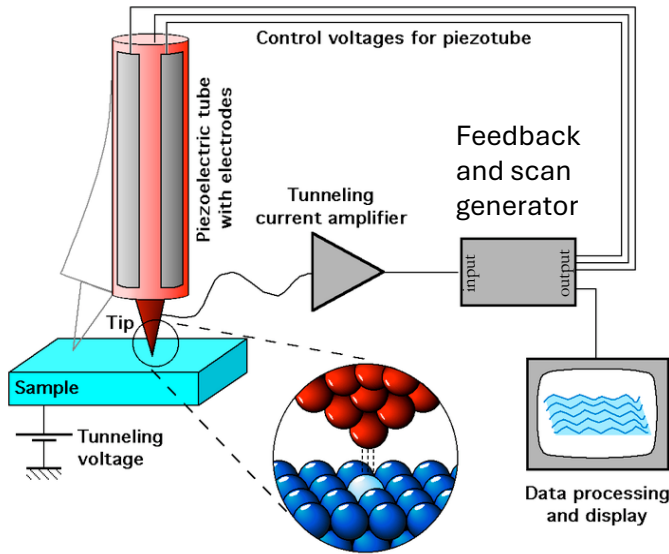
Laboratorios 7.0.1 y 7.0.2 en edificio I+D+i (C. R. E.)



Expertos en Microscopía de Efecto Túnel



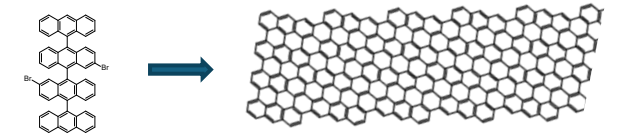
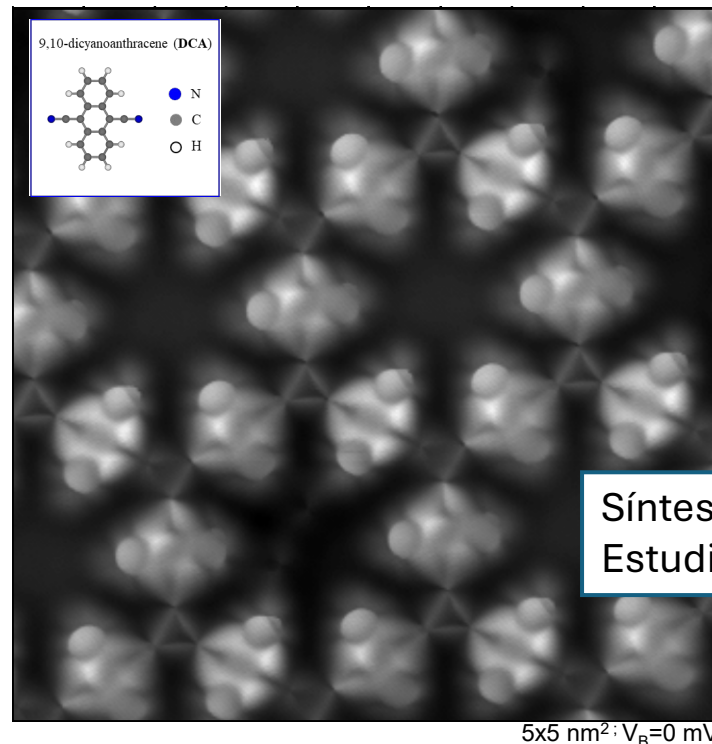
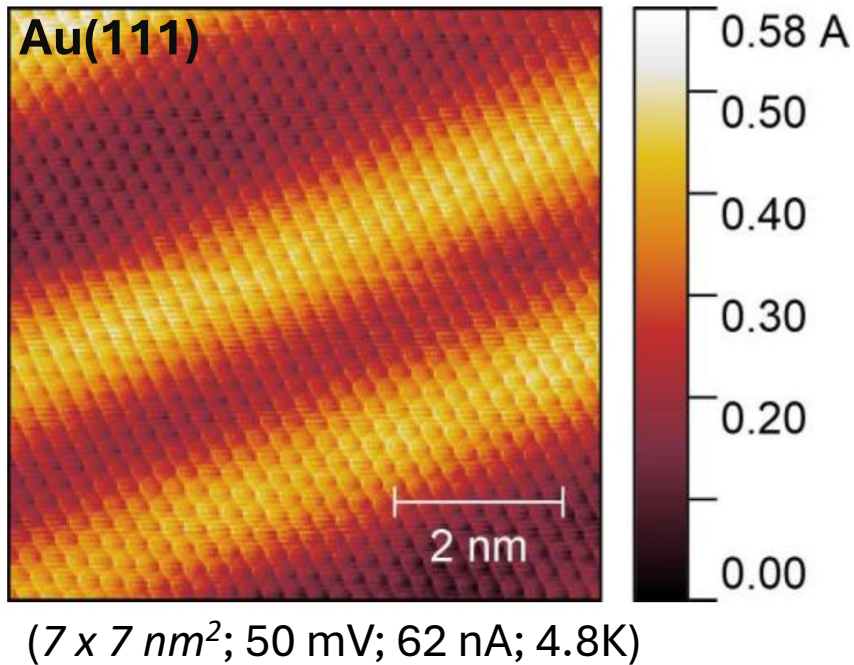
STM: La punta no toca la superficie, pero por efectos cuánticos es capaz de visualizar átomos o moléculas



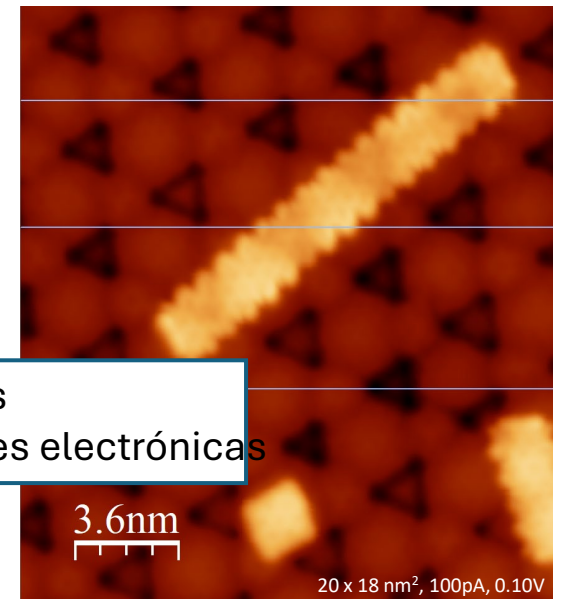
Objetivo del TFG: estudiar los efectos cuánticos electrónicos emergentes tras la generación de nanoestructuras complejas de tipo grafenítico usando precursores orgánicos simples sobre superficies.

Se formarán nanotiras de carbono o redes coordinadas con propiedades cuánticas exóticas (electrónicas y magnéticas) de interés fundamental con potencial de ser implementados en nanodispositivos.

Las estructuras se visualizan en la escala atómica con resoluciones espaciales en el rango del picómetro ($1 \text{ e}^{-12} \text{ m}$, unas 100 veces mayor que el tamaño del átomo).



Síntesis en superficies
Estudio de propiedades electrónicas



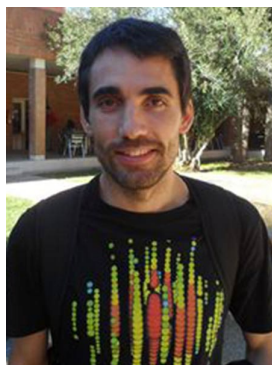
Quantum Materials and Devices Group (QMAD) INMA



A. Camón



P. Strichovanec



C. Pobes



J. Bolea



J.L. García-Palacio



Experts in:

- Very low temperatures (10 mK)
- Quantum Device manufacturing
- Applied superconductivity
- Radiation detectors



L. Martín-Moreno



S. Gutiérrez

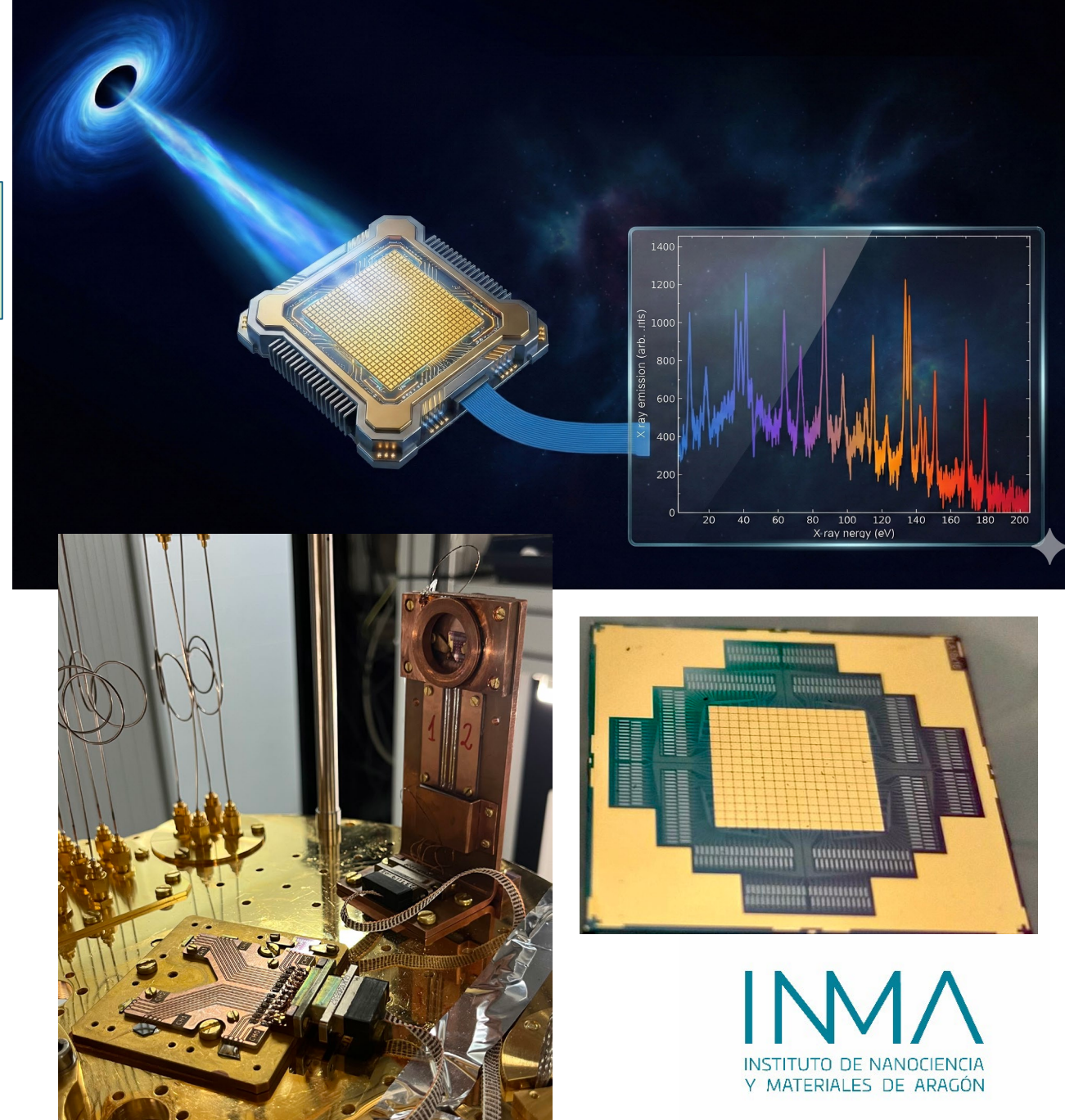


Propuesta TFG 2026/2027

Desarrollo de sensores superconductores TES
para astrofísica y tecnologías cuánticas

¿Qué puedes hacer?:

- Fabricación de dispositivos en sala blanca
- Preparación de muestras para medidas
- Familiarización y uso de refrigerador de dilución (RD) en laboratorio de bajas temperaturas
- Medida y caracterización completa de TES en RD.
- Análisis y tratamiento de datos

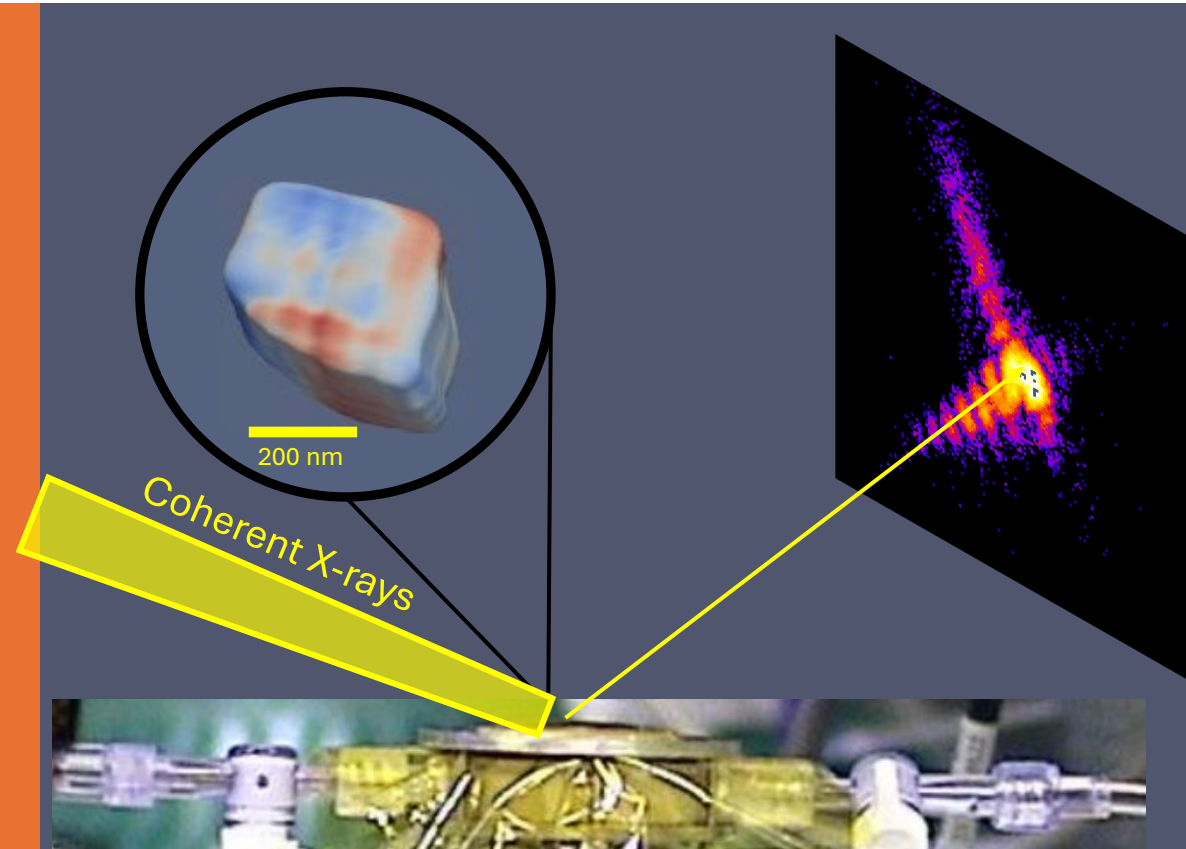


Propuesta de TFG:
*Nueva microscopía de rayos X (CDI) para
estudiar cristales deformados*

Irene Calvo-Almazán

Dpt. Física de la Materia Condensada

Universidad de Zaragoza



Propuesta de TFG: “Nueva microscopía de rayos X (CDI) para estudiar cristales deformados”

Dirigido por Irene Calvo-Almazán, perteneciente al grupo RASMIA del INMA

- Irene Calvo-Almazán:
 - Profesora del Dpt. de Física de la Materia Condensada y miembro del INMA (grupo RASMIA)
 - Especialista en nuevas técnicas de microscopía con rayos X en fuente de radiación sincrotrón
 - Intereses:
 - Estudios de cristalización y disolución cristalina en minerales naturales (carbonato de calcio)
 - Estudio de superficies cristalinas (estructura y topografía, procesos de crecimiento, etc.)
 - Desarrollo de técnicas de microscopías de difracción de rayos X para observar sistemas dinámicos en el tiempo o cristales muy deformados
- Grupo RASMIA: Radiación Sincrotrón y Materiales Investigación Básica y Aplicaciones
 - Especialistas en técnicas avanzadas en fuentes de radiación sincrotrón y de neutrones
 - Intereses:
 - Caracterización y síntesis de nuevos materiales magnéticos

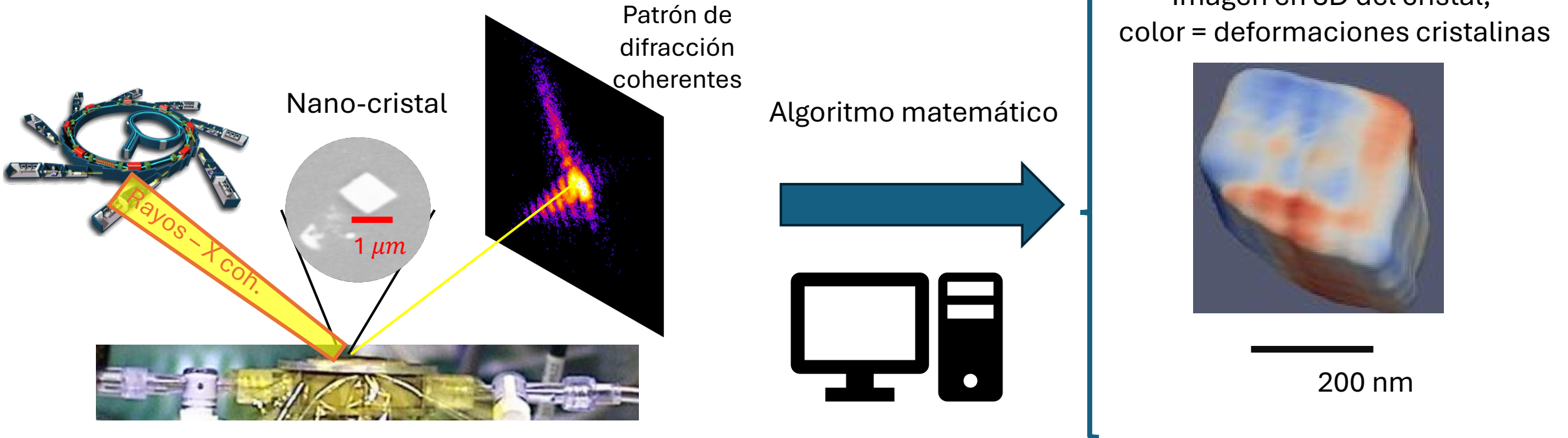


Propuesta de TFG: “Nueva microscopía de rayos X (CDI) para estudiar cristales deformados”



Observar la forma y estructura interna de nano-cristales en 3D

Microscopía de rayos X coherentes en Fuente sincrotrón:
“Coherent Diffraction Imaging” (CDI)



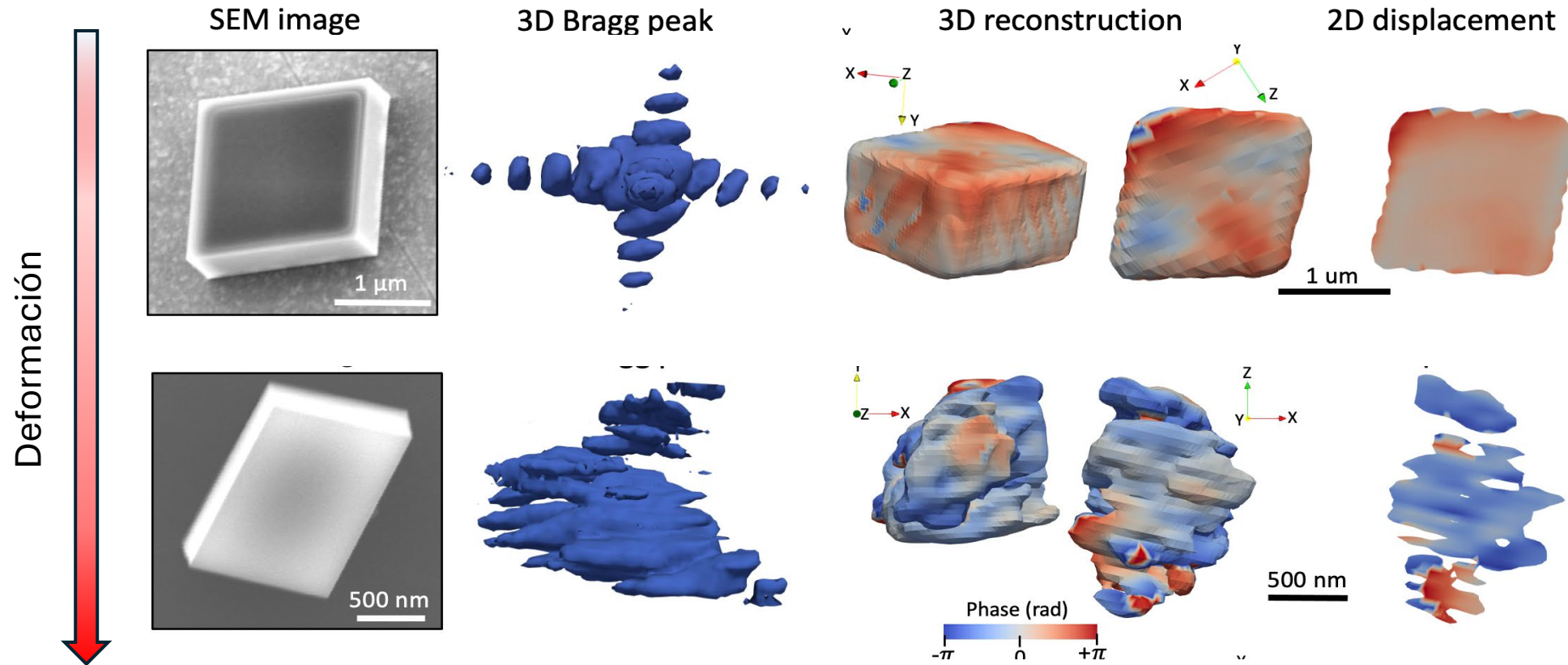
😊 Rayos X coherentes en Fuente sincrotrón = láser óptico pero a altas energías (> 8 keV), muy penetrantes!

😊 Permite observar la morfología y la estructura cristalina en tres dimensiones (3D)

😞 Sólo se puede observar cristales **MODERADAMENTE deformados**

Propuesta de TFG: “Nueva microscopía de rayos X (CDI) para estudiar cristales deformados

Cristales poco vs muy deformados



- Microscopía electrónica (SEM) sólo ve el exterior del cristal. Rayos X acceden al interior de la estructura cristalina;
- Problema: cristales con fuertes distorsiones son difíciles de observar (reconstrucción de imagen con algoritmos)

Propuesta de TFG: “Nueva microscopía de rayos X (CDI) para estudiar cristales deformados”



Objetivos, estrategia y aprendizaje

→ Objetivo: determinar el grado de deformación que puede tolerar un algoritmo ;

→ Estrategia:

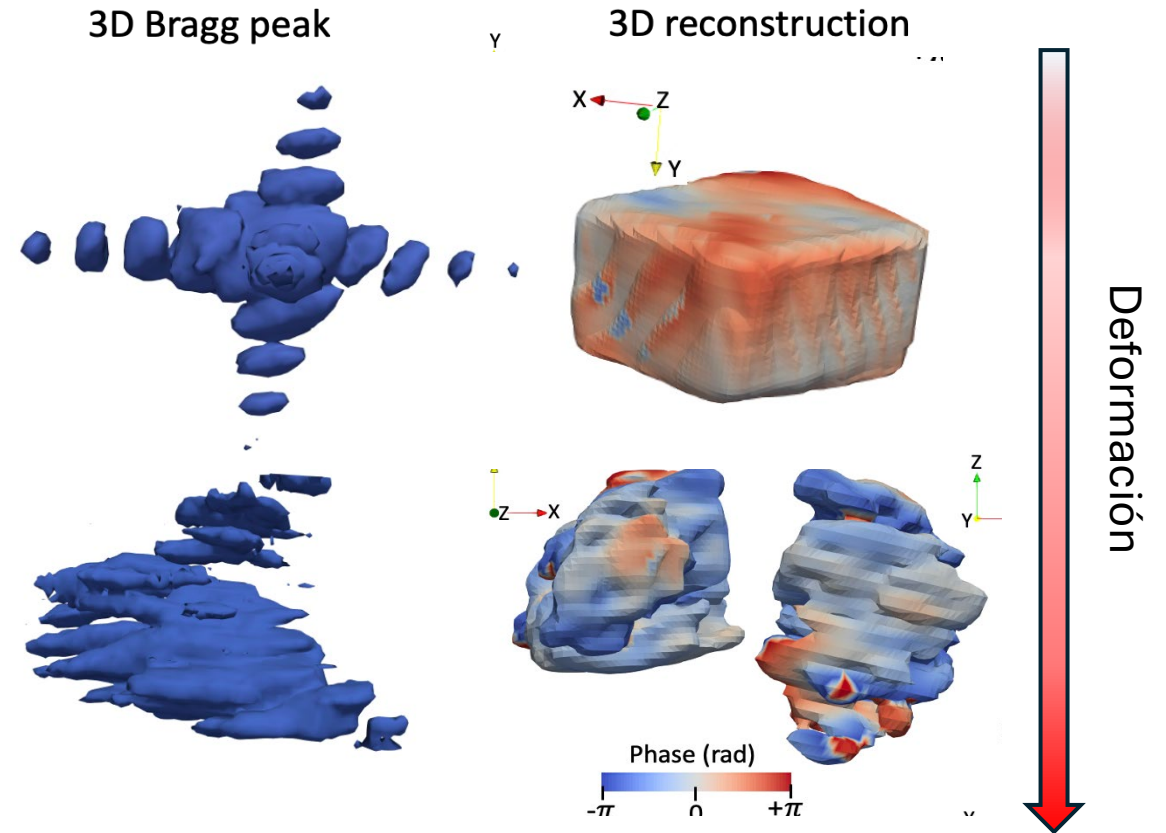
- Simulación de cristales con diversos grados de deformación
- Test de inversión con algoritmos existentes

→ Aprendizaje:

- Conceptos básicos de cristalografía y difracción de rayos X coherentes
- Simulación de un experimento en condiciones realistas
- Fundamentos del análisis de señal para reconstruir objetos con algoritmos iterativos (Transformación de Fourier)
- Programación (Matlab o Python)

→ Código disponible:

- Código básico de simulación (punto de partida)
- Algoritmos de reconstrucción

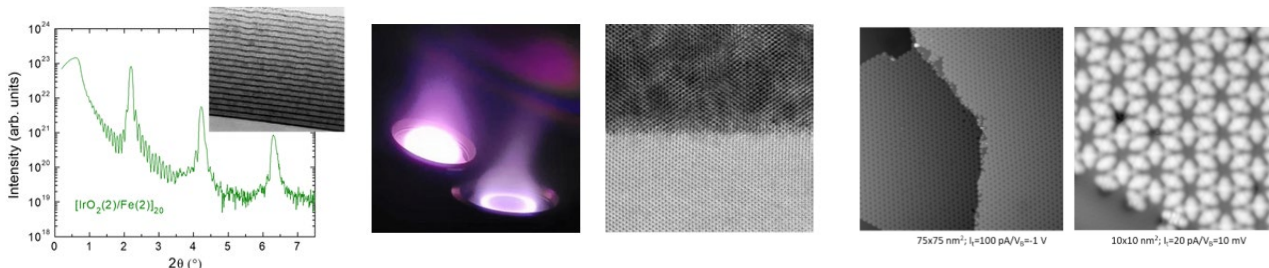




Líneas de investigación:

Síntesis y Caracterización de Materiales Tecnológicos: para dispositivos de almacenamiento de información con bajo consumo de energía y dispositivos cuánticos eficientes. Nuestra investigación se centra actualmente en las siguientes familias de materiales tecnológicos: (i) óxidos multiferroicos y (ii) materiales moleculares con propiedades magnetoópticas.

Desarrollo de nanoestructuras multifuncionales útiles en espintrónica y tecnologías de la información cuántica mediante el crecimiento de: (i) películas delgadas y (ii) arquitecturas de baja dimensión con morfología atómicamente definida



Directora:



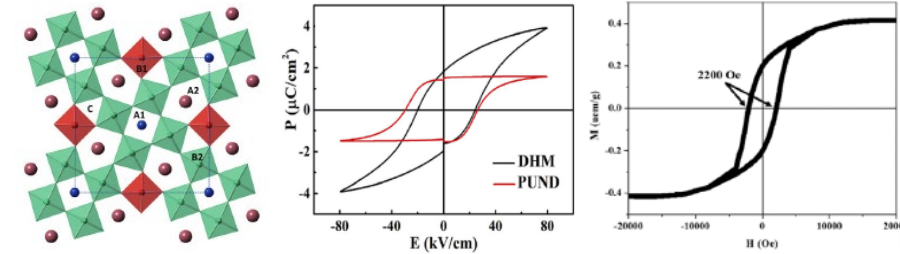
María Ángeles Laguna Marco
(anlaguna@unizar.es)
Científica Titular del CSIC
desde 2021

- Crecimiento de sistemas de lámina delgada
- Caracterización estructural, eléctrica, magnética.
- Caracterización por técnicas de Radiación Sincrotrón

TFG I: Crecimiento y caracterización de heteroestructuras de óxidos para electrónica de bajo consumo energético

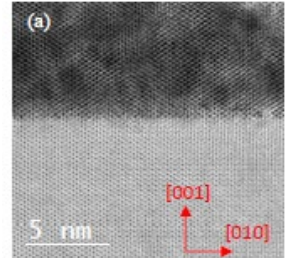
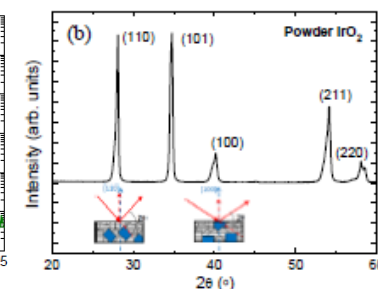
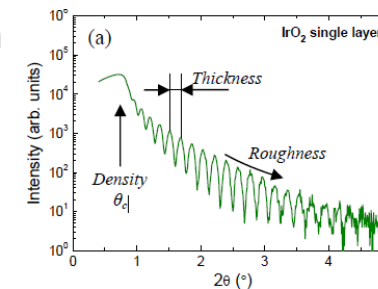
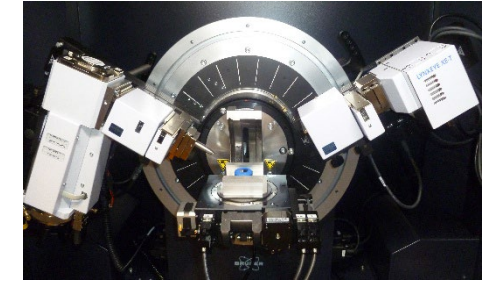
Motivación: El acoplamiento Magneto-Eléctrico es un mecanismo energéticamente eficiente para el control de un estado magnético a través de pulsos de voltaje que podría transformar las tecnologías de la información y la comunicación. Para lograr este objetivo es necesario en primer lugar encontrar nuevos materiales multiferroicos basados en ferroeléctricos que puedan operar a temperatura ambiente y que se acoplen de forma óptima con ferromagnetos adyacentes.

Objetivo: fabricación de nuevos materiales para electrónica de bajo consumo basada en la combinación de óxidos ferroeléctricos/magnéticos y en la optimización del acoplamiento magnetoeléctrico (ME) a temperatura ambiente.



Tareas:

- Crecimiento mediante sputtering de láminas delgadas de óxidos tipo *bronce de tungsteno tetragonal* (TTB), con fórmula $\text{Ba}_4\text{RE}_2\text{Fe}_2\text{Nb}_8\text{O}_{30}$ (RE = tierra rara, Y) y comportamiento dieléctrico con ferroelectricidad (FE, polarización eléctrica espontánea) a temperatura ambiente.
- Crecimiento mediante sputtering de láminas delgadas de óxidos tipo *hexaferrita*, con fórmula $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ y comportamiento ferromagnético (imanación espontánea) a temperatura ambiente.
- Caracterización estructural de las láminas mediante técnicas de reflectividad de rayos X, difracción de rayos X y microscopias.
- Optimización de las láminas basadas en monocapas compuestas donde la cantidad relativa de las dos fases se controla mediante co-pulverización catódica.



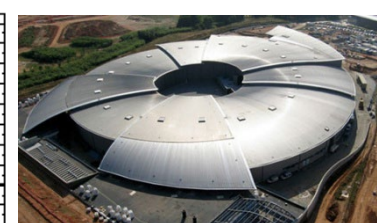
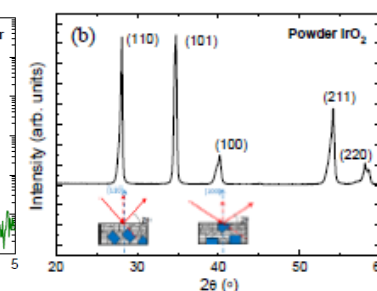
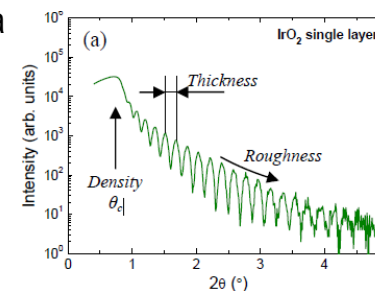
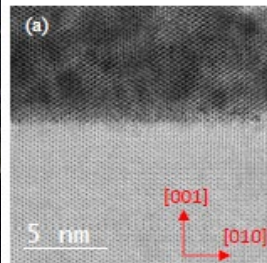
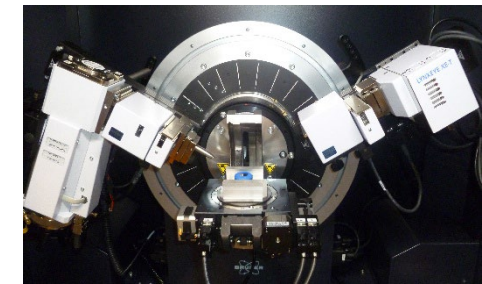
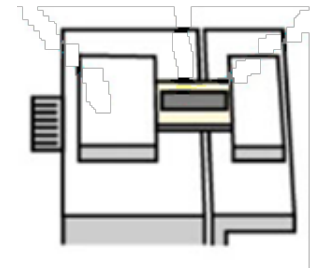
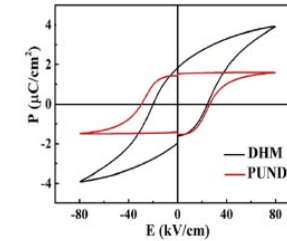
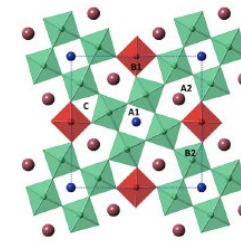
TFG II: Crecimiento y caracterización de láminas de óxidos multicalóricos para refrigeración a temperatura ambiente

Motivación: Desarrollo de tecnologías de enfriamiento calórico de estado sólido con alta eficiencia en la conversión de energía y evitando el uso de gases nocivos. Los materiales multicalóricos (MuC) son muy prometedores para este fin gracias al fuerte acoplamiento cruzado entre los grados de libertad asociados a los efectos calóricos individuales, lo cual puede aprovecharse para mejorar el rendimiento calórico global. Las películas delgadas ferroeléctricas, ya ideales para mostrar fuertes efectos electrocalóricos (EC) debido a que soportan campos más grandes, son particularmente atractivas para explorar los efectos acoplados electro-elasto-calórico (EC-eC) ya que la estructura puede ser potencialmente modificada por la deformación interfacial debida al sustrato. En particular, se espera que la tensión uniaxial amplifique la respuesta EC.

Objetivo: fabricación de laminas delgadas del óxido TTB ferroelectrico $\text{Ba}_{6-x}\text{Sr}_x\text{Zr}_2\text{Nb}_8\text{O}_{30}$ y su caracterización estructural inicial.

Tareas:

- Crecimiento mediante sputtering de láminas delgadas de óxidos tipo *bronce de tungsteno tetragonal* (TTB), con fórmula $\text{Ba}_{6-x}\text{Sr}_x\text{Zr}_2\text{Nb}_8\text{O}_{30}$ y comportamiento ferroeléctrico (FE, polarización eléctrica espontánea) a temperatura ambiente sobre distintos sustratos.
- Caracterización estructural de las láminas mediante técnicas de reflectividad de rayos X, difracción de rayos X y microscopias. Análisis del efecto del sustrato.
- Adicionalmente se explorará la posibilidad de realizar simulaciones de la microestructura cristalina y de experimentos de caracterización avanzada del material con radiación sincrotrón (co-supervisión con I. Calvo-Almazán).



María José Martínez Pérez (Pepa) y colaboradores

GRUPO EXPERIMENTAL



D. García Pons
J. Pérez-Bailón



D. Zueco

S. Martinez-Losa
J. Román

**Colaboradores
teóricos**



A. Lostao
M.C. Pallarés
P. Alonso
J. Martínez
C. Sanchez-Azqueta



E. Coronado
S. Mañas Valero
C. Boix
I. Gómez Muñoz



Quantum
Materials and Devices
F. Luis
J. Sesé

I Gimeno
M. Rubín
C. del Río

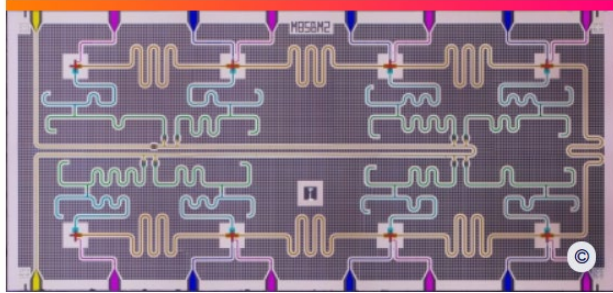
Financiación:



European Research Council
Established by the European Commission

¿Cómo construir un ordenador cuántico?

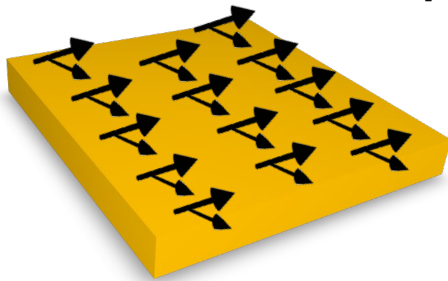
El esquema más aceptado se basa en la combinación de qubits y fotones



Este chip combina qubits superconductores con fotones usando líneas de transmisión y resonadores integrados en un circuito

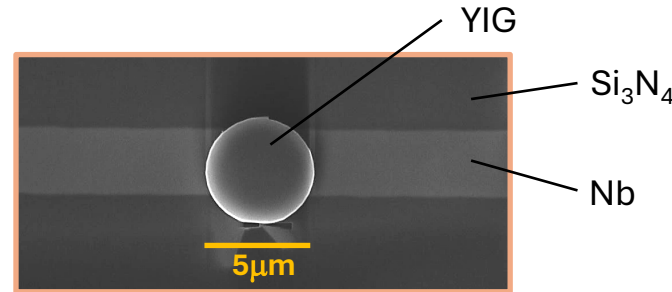
Procesador cuántico superconductor de 8 qubits fabricado en ETH Zurich

Mi propuesta: sustituir los fotones por excitaciones de estado sólido



Posibles TFG:

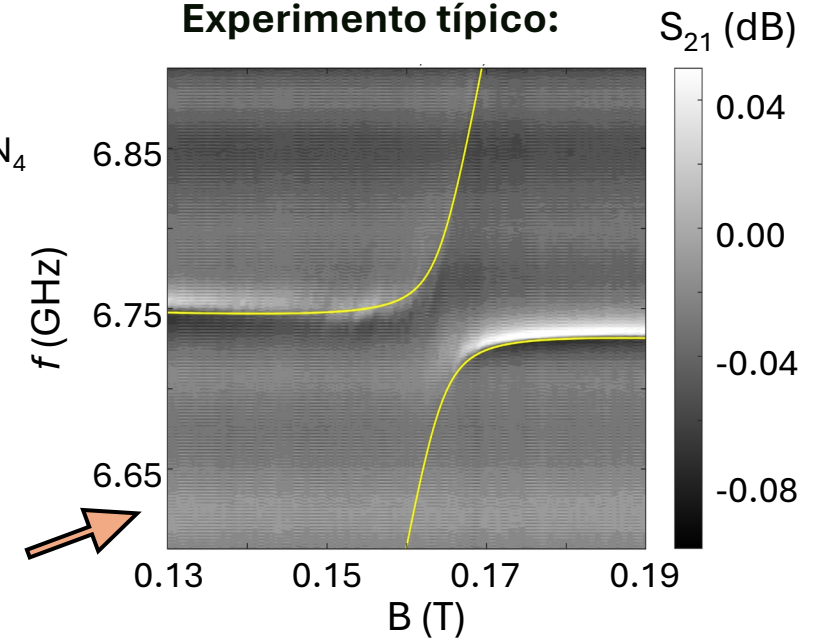
- Diseño de circuitos superconductores adaptados a magnónica
- Caracterización de magnones en materiales antiferromagnéticos



Tareas posibles:

- Fabricación en sala blanca
- Medidas a muy bajas temperaturas
- Simulaciones micromagnéticas

Experimento típico:





ATMOS es el grupo de **modelado, teoría y simulación** en el INMA: cubrimos toda la intersección de la ciencia de materiales y la computación:

- Desde la **inteligencia artificial** a la **computación cuántica**.
- Desde la **nanofotónica** a la **estructura electrónica**.



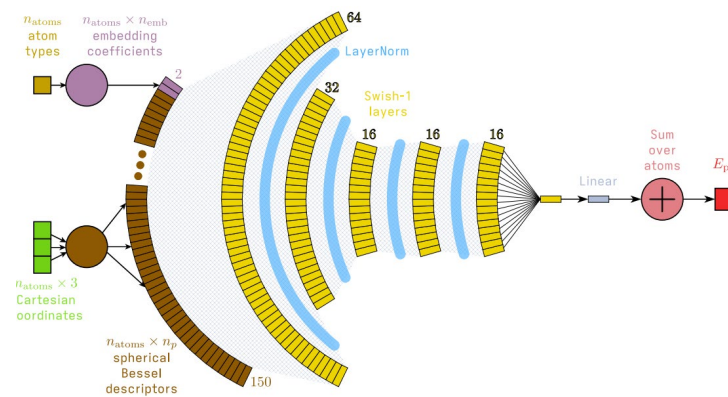
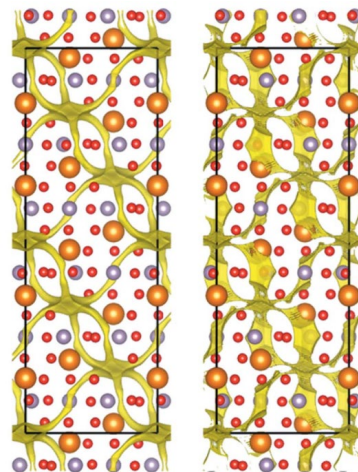
David Zueco

dzueco@unizar.es

- Algoritmos Cuánticos para resolver problemas de Física (simulación de sistemas de muchos cuerpos) o de la Sociedad (problemas de optimización).
- Técnicas de Inteligencia Artificial para simular sistemas de muchos cuerpos (con Jesús Carrete).
- Teoría de Campos para la Materia Condensada y su aplicación al modelado de procesadores cuánticos.



Jesús Carrete
icarrete@unizar.es



- Aceleración mediante inteligencia artificial de cálculos predictivos para materiales de interés tecnológico.
- Técnicas de inteligencia artificial para simular sistemas cuánticos de muchos cuerpos (con David Zueco).
- Predicción del transporte térmico en semiconductores con defectos.



Luis Martin-Moreno

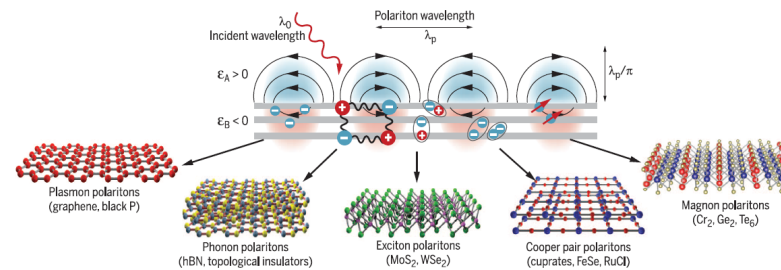
Imm@unizar.es

- Inteligencia artificial aplicada a la ciencia: mejora de imágenes, detección de defectos (anomalías), diseño inverso, mejoras en las técnicas espectroscópicas, resolución de ecuaciones diferenciales (con Sergio Gutierrez)
- Nanofotónica con materiales de anchura atómica y combinaciones de metales y dieléctricos.



Fernando de León Pérez
fdlp@unizar.es

- Estados polaritónicos que resultan de la interacción luz-materia: polaritones plamónicos, fonónicos y excitónicos. En particular, polaritones en sistemas formados por una o varias capas atómicas de materiales de van der Waals.



- Twistrónica: El ángulo de giro entre capas de materiales 2D (grafeno, fósforo negro) modifica su estructura electrónica y respuesta electromagnética (bandas ópticas, excitones, plasmones etc..). En colaboración con Luis Martín-Moreno.





Investigadora principal: Gloria Subías Peruga.



Co-Investigador principal: Jorge Lobo Checa.



<https://rasmia.unizar.es>

/

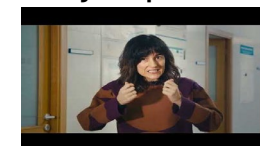
Objetivo general: MATERIALES CON FUNCIONALIDADES AVANZADAS PARA NUEVAS TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES MEDIANTE EL USO DE RADICACIÓN SINCROTRÓN → 3 Líneas de actuación

- A. Producción y Caracterización de Materiales Tecnológicos.
- B. Desarrollo de Nanoestructuras Multifuncionales.
- C. Innovación Científico-Tecnológica.



A.1 Óxidos Multiferroicos

Oportunidad: Desarrollo de materiales para electrónica de bajas pérdidas



“Materiales calóricos para refrigerar el futuro”

<https://youtu.be/3S1aJ0PqhLQ?si=-MdI5YhdYDXO0xzt>



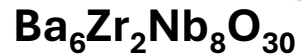
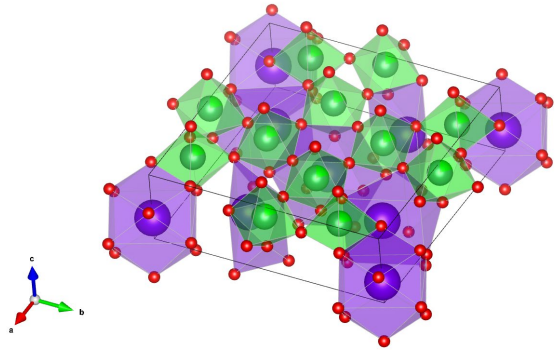
C.1 Refrigeración electrocalórica y/o barocalórica

Desafío: Métodos de refrigeración actuales poco eficientes basados en gases con un altísimo efecto invernadero.

Oportunidad: Desarrollo de métodos de refrigeración de estado sólido eficientes y limpios.

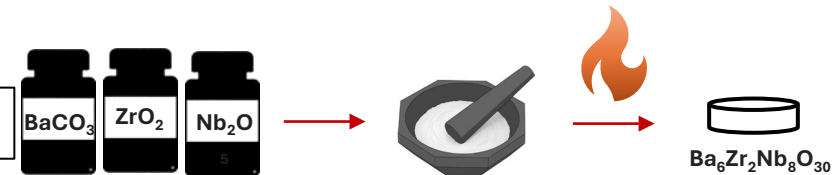
Línea de investigación C1 - Refrigeración electrocalórica y/o barocalórica

TFG_1: Nuevos bronce tetragonales para refrigeración por estado sólido.

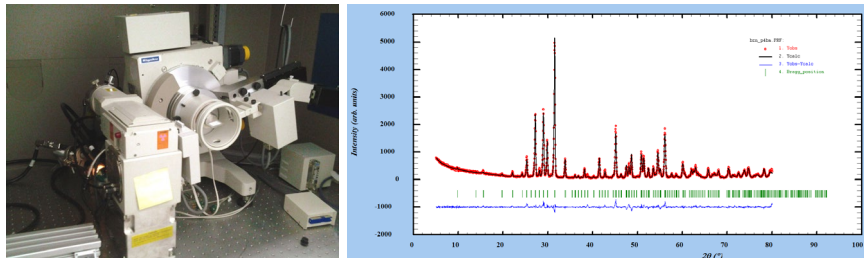


→ Evaluación de las propiedades electrocalóricas en función del dopaje químico

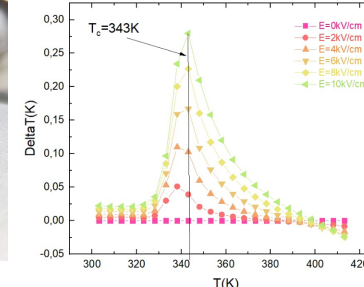
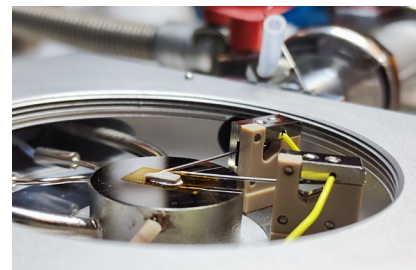
Técnicas experimentales: Síntesis por reacción de estado sólido



Caracterización estructural (XRD)



Caracterización eléctrica y determinación del efecto electrocalórico



Director 1:
Vera Cuartero,
Profesora Titular UZ e
investigadora INMA
(vcuartero@unizar.es)

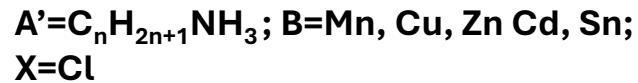
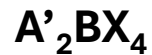
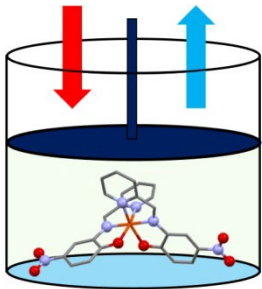


Director 2:
Sara Lafuerza,
Científico titular INMA
(lafuerza@unizar.es)

Dónde: Laboratorios del grupo en la Facultad de Ciencias (Dpto. Física de la Materia Condensada, INMA)

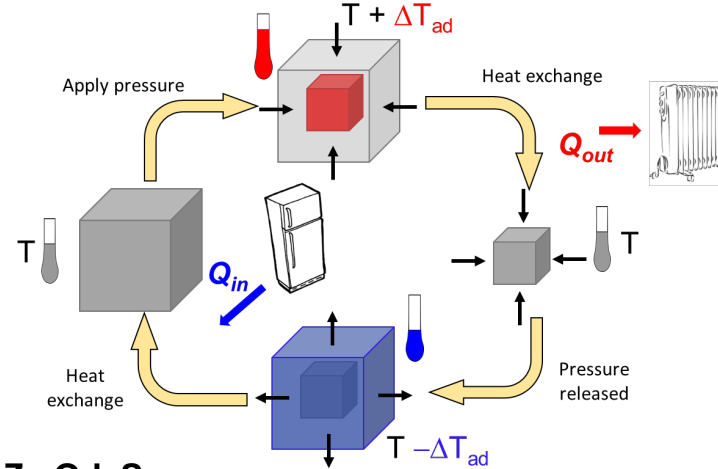
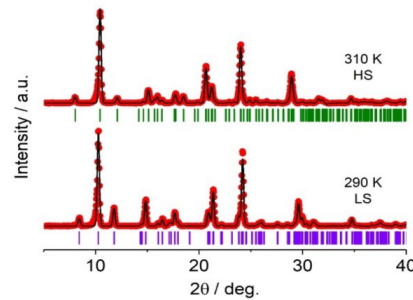
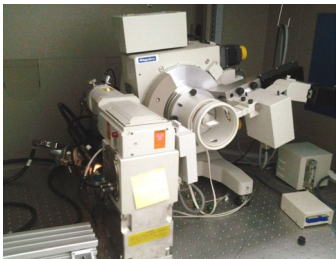
Línea de investigación C1 - Refrigeración electrocalórica y/o barocalórica

TFG_2: Nuevos materiales para refrigeración ecológica: explorando el efecto barocalórico.

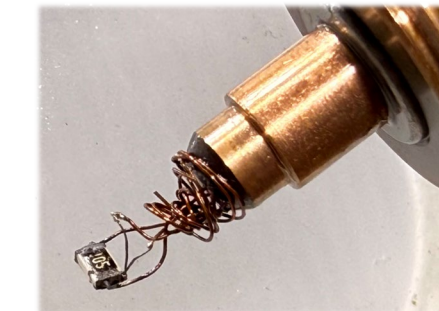
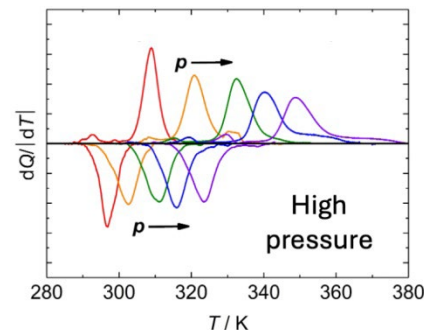


Técnicas experimentales:

Caracterización estructural (XRD)



Caracterización efecto barocalórico mediante medidas de capacidad calorífica bajo presión



Director 1:
Vera Cuartero,
Profesora Titular UZ e
investigadora INMA
(vcuartero@unizar.es)



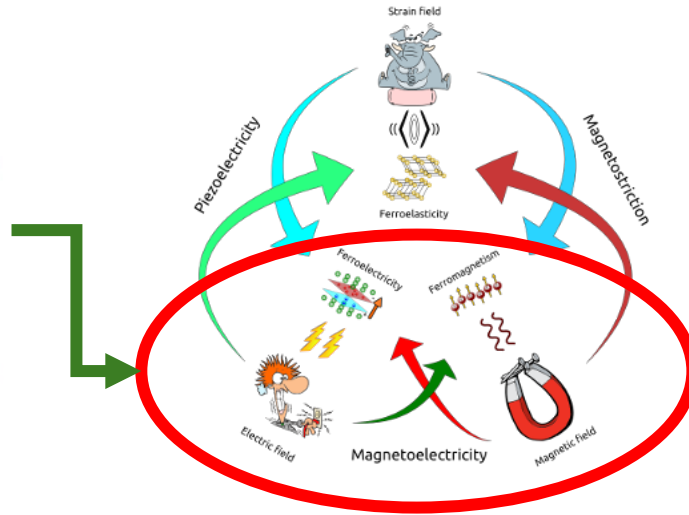
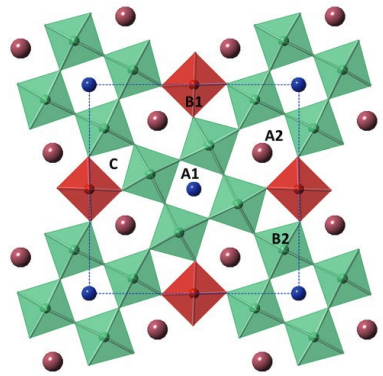
Director 2:
Emmanouil
Charkiolakis,
Investigador pre-
doctoral INMA
(charkiolakis@unizar.es)

Dónde: Laboratorios del grupo en la Facultad de Ciencias (Dpto. Física de la Materia Condensada, INMA)



Línea de investigación A1 – óxidos multiferroicos

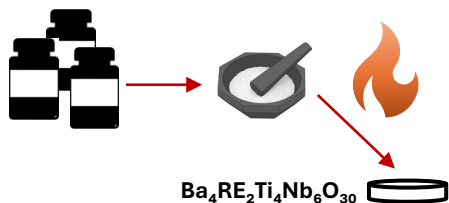
**Nueva oferta de TFG: Nuevos materiales
magnetoeléctricos para electrónica de bajas pérdidas**



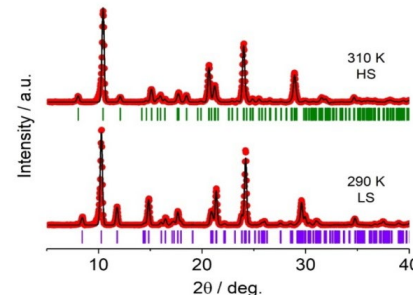
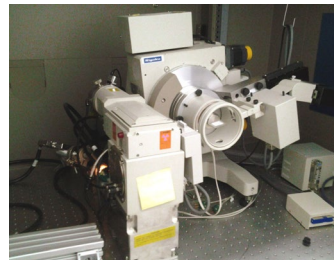
→ Evaluación de las propiedades magnetoeléctricas en función del dopaje químico

Técnicas experimentales:

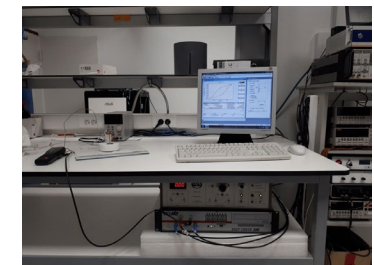
**Síntesis por reacción
de estado sólido**



Caracterización estructural (XRD)



**Caracterización efecto magnetoeléctrico mediante
medidas de imanación y polarización eléctrica**



Director 1:
Javier Blasco,
Investigador Científico
INMA (jbc@unizar.es)



Director 2:
Gloria Subías,
Científico Titular INMA
(gloria@unizar.es)

Dónde: Laboratorios del grupo en la Facultad de
Ciencias (Dpto. Física de la Materia Condensada, INMA)

Nanoscropy on Low Dimensional Materials (NLDM)

IP: Raul Arenal.

✉ arenal@unizar.es

Web: <http://raularenal.com>



La investigación en el grupo **Nanoscropy on Low Dimensional Materials (NLDM)**, liderado por el Dr. Raúl Arenal, explora el mecanismo de crecimiento, así como las propiedades estructurales y físicas del carbono y nanomateriales relacionados, además de otras nanoestructuras (en particular, nanoobjetos metálicos de interés plasmónico/fotónico).

Para llevar a cabo estos estudios se utilizan diferentes técnicas de microscopía electrónica de transmisión (TEM): HR(S)TEM, difracción de electrones, EELS, EDS y tomografía electrónica, así como enfoques de TEM *in situ*.

También estamos interesados en el acoplamiento de estas técnicas locales con otras espectroscopías macroscópicas como XPS, Raman y UV-Vis. El grupo colabora activamente con socios industriales y académicos en estas áreas de investigación.

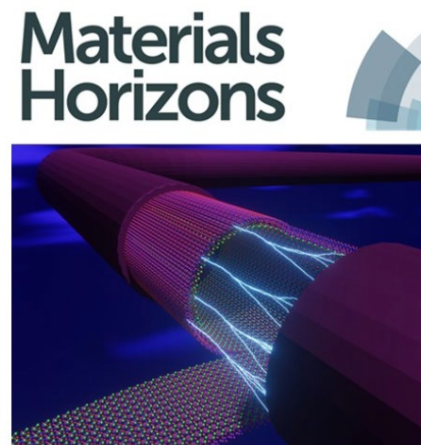
Teobaldo Torres	Mohammad Furgan	Iris del Val	Raul Arenal	Mario Pelaez-Fernandez	Abhijit Roy
Postdoc	PhD Student	PhD Student	Group Leader	Postdoc	Postdoc



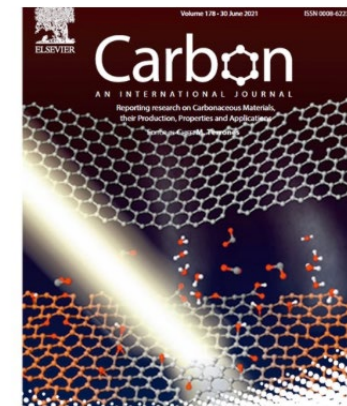
Rodrigo Jeronimo
PhD Student



A. Roy, S. Hettler, R. Arenal, *Small* 2408109 (2025)



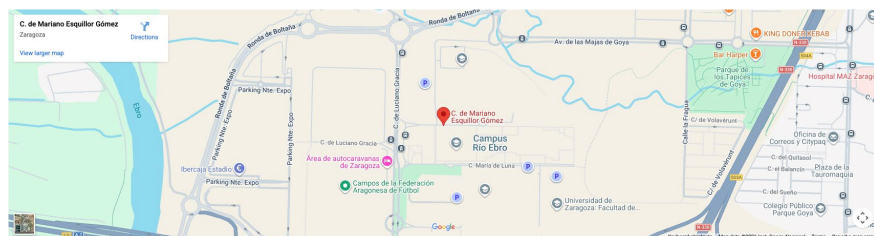
K.S. Roy, S. Hettler, R. Arenal*, L.S. Panchakarla,
Materials Horizons 9, 2115 (2022)



M. Pelaez-Fernandez, A. Bermejo, A.M. Benito, W.K. Maser, R. Arenal*
Carbon 178, 477 (2021)

Donde Estamos:

Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA)
CSIC-Universidad de Zaragoza
Calle Mariano Esquillor - 50018 Zaragoza - SPAIN
Tel: +34-976-76-2985



Financiación:



**Universidad
Zaragoza**



Título del Trabajo Fin de Grado (TFG) : Síntesis y caracterización de nanopartículas magnéticas con potenciales aplicaciones biomédicas/ Synthesis and characterization of magnetic nanoparticles with potential biomedical applications.

Director: Raul Arenal.

Co-director: Teobaldo E. Torres.

teo@unizar.es
arenal@unizar.es

Resumen y objetivos del trabajo: El estudio de nanopartículas magnéticas (NPMs) ha abierto nuevas oportunidades en biomedicina, especialmente en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares y el cáncer. Para su aplicación, es fundamental una caracterización en profundidad que permita comprender sus propiedades, determinadas en gran medida por la distribución iónica y los estados de oxidación. Este trabajo propone la síntesis y caracterización de nanopartículas de ferritas con fórmula $\text{Fe}_{3-x}\text{M}_x\text{O}_4$, donde $\text{M} = \text{Zn}$ o Al y $x \leq 0.3$, con tamaños promedio entre 18 y 20 nm (dos muestras por sistema como máximo). Se estudiará su estructura cristalina, composición química y morfología mediante microscopía electrónica de barrido y transmisión (SEM-EDX, TEM de baja y alta resolución) y difracción de rayos X (XRD). Los estados de oxidación se analizarán mediante espectroscopía de fotoemisión de rayos X (XPS) y espectroscopía de pérdida de energía de electrones (EELS) en TEM. Las propiedades magnéticas se evaluarán con magnetometría SQUID, y la eficiencia de calentamiento para aplicaciones en hipertermia magnética (HM) se medirá mediante absorción de potencia con aplicadores de campo magnético alterno (AC).

El objetivo principal es comparar las propiedades del material cuando el ion dopante tiene valencia +2 (Zn) frente a una valencia predominantemente +3 (Al).

Las muestras se sintetizarán por descomposición térmica de precursores orgánicos, técnica en la que el co-director tiene amplia experiencia así como en HM y nanomagnetismo. El candidato podrá iniciarse en tareas experimentales, manejo de microscopios electrónicos y contará con el apoyo de ambos (co-director y director) siendo este ultimo un experto en XPS y EELS.

A modo de ejemplo, las figuras 1-4, muestra los resultados obtenidos en uno de nuestros recientes trabajos, los cuales serán equivalentes al tipo de análisis propuestos en este proyecto TFG.

Nanoscale

<https://doi.org/10.1039/D4NR04219K>

Check for updates
Cite this: *Nanoscale*, 2025, 17, 10205

Vanadium incorporation in ferrite nanoparticles serves as an electron buffer and anisotropy tuner in catalytic and hyperthermia applications†

T. E. Torres,^{a,b,c,d} D. P. Valdes,^{e,f,g} S. Hettler,^{a,c} J. M. Nuñez,^{a,c,e,f}
I. Rodrigo,^g I. Orue,^h J. A. Garcia,^g F. Plazaola,^g R. D. Zysler,^g E. Lima, Jr.,^e
M. H. Aguirre,^{a,b,c} G. F. Goya,^{a,b} and R. Arenal^{a,b,c,j}

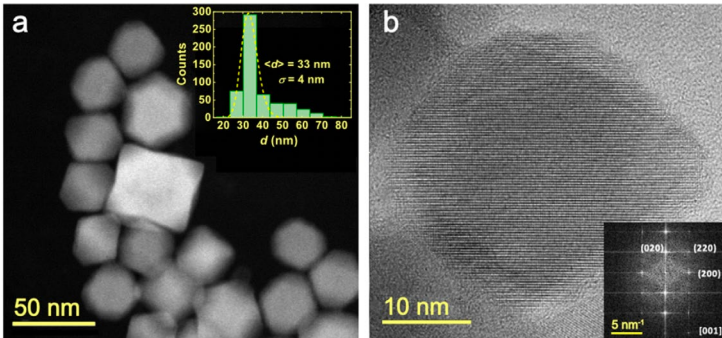


Fig. 1 (a) STEM image of the synthesised $\text{V}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ MNPs, the inset presents the characteristic-size histogram. The dashed line shows the lognormal fit of the distribution. (b) HRTEM image of an individual MNP; the inset shows the FFT of the HRTEM image with the cubic spinel structure lattice planes being indicated.

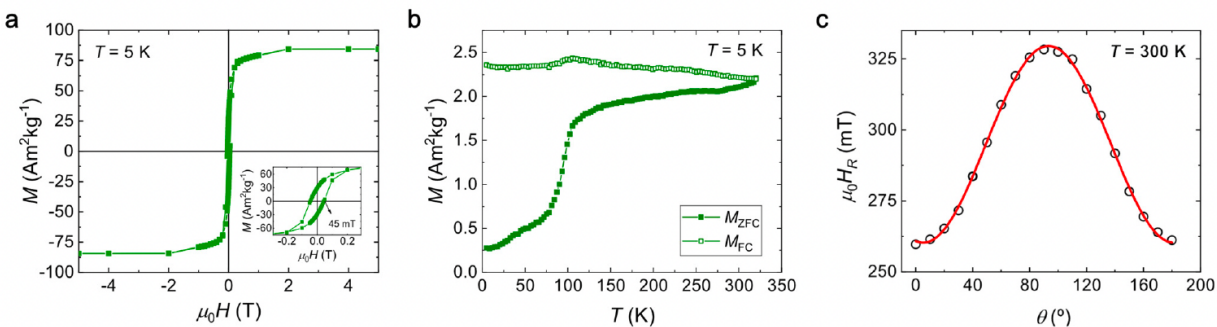


Fig. 2 (a) $M(H)$ curve measured at $T = 5 \text{ K}$. The inset shows the region around $H = 0$ highlighting a coercive field $H_c(5 \text{ K}) = 45 \text{ mT}$. (b) $M(T)$ curve acquired using the ZFC (full symbols) and FC (open symbols) protocols. (c) Angular dependence of the resonance field H_R obtained from the FMR spectra at $T = 300 \text{ K}$. The continuous line is the fit of the data.

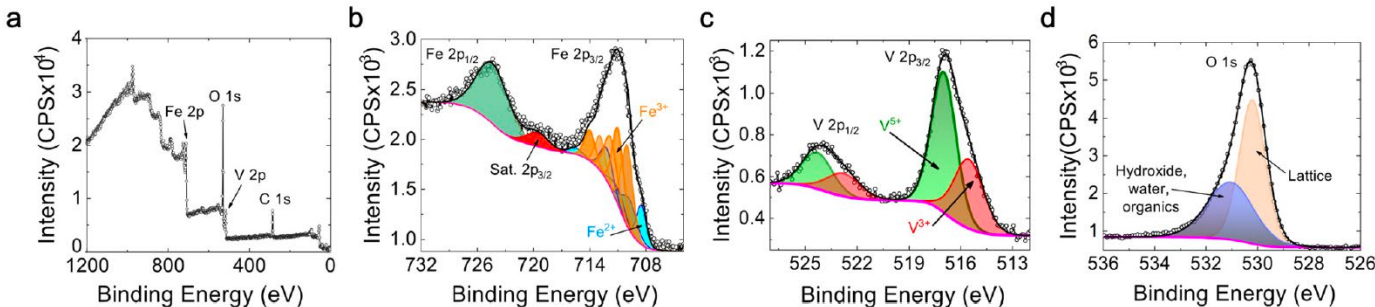


Fig. 3 (a) XPS survey spectra. XPS spectra of regions corresponding to (b) Fe, (c) V and (d) O. Open symbols show the experimental data, while the solid black line corresponds to the envelope curve obtained from fitting the background-subtracted spectra.

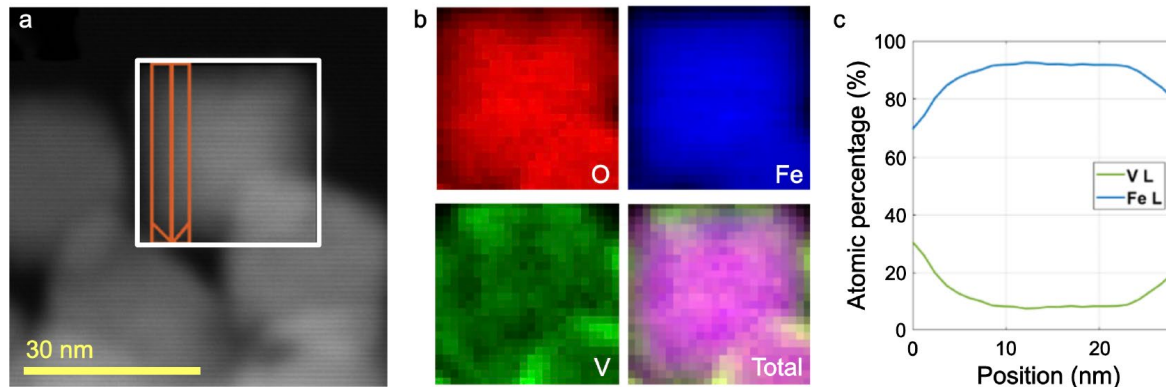


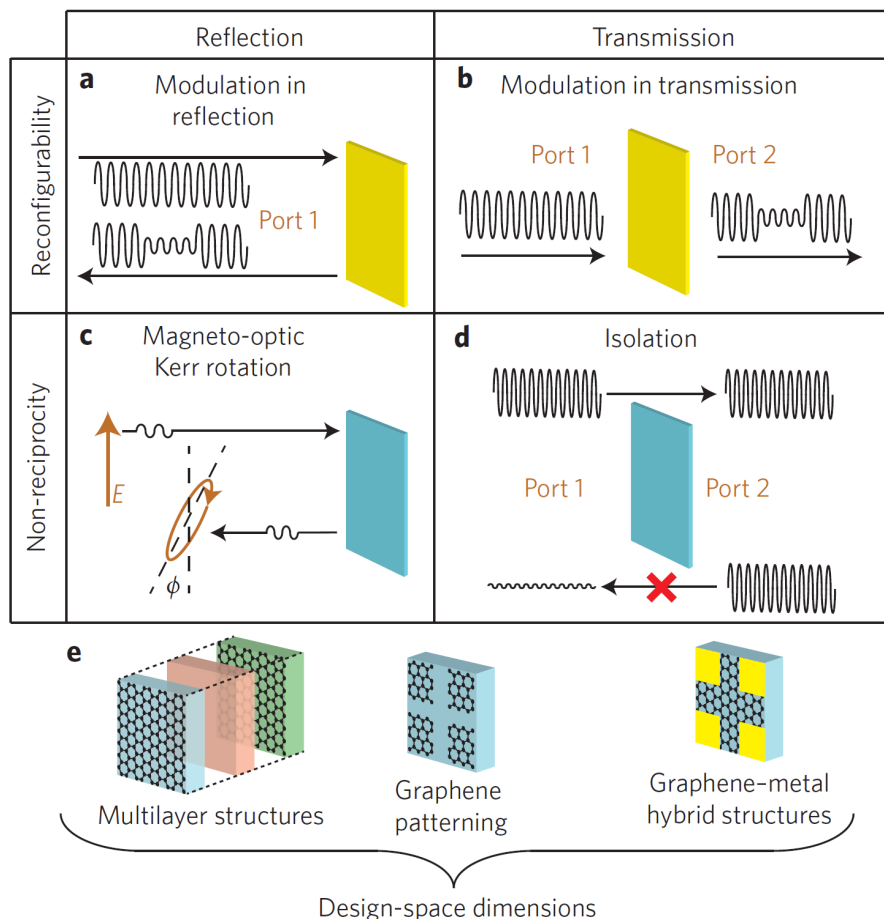
Fig. 4. Elemental mapping performed by EELS-spectrum image on an isolated $\text{V}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ MNP. (a) STEM image of the MNP. (b) Compositional maps of different elements and the total one for the area marked by the white rectangle in (a). (c) Atomic percentage (excluding O) as a function of the position extracted from the area marked in orange also in (a). The arrow denotes the direction of increasing position.



Tema: Respuesta electromagnética de sistemas 2D y cuasi-2D en la escala nanométrica



Fernando de León (fdlp@unizar.es), Fernando López-Tejeira (flt@unizar.es)



En este trabajo se empleará una aproximación teórica semiclásica, basada en la formulación macroscópica de las ecuaciones de Maxwell, para estudiar las propiedades ópticas de sistemas 2D y cuasi-2D desde un punto de vista tanto analítico como computacional. Estos sistemas incluyen multicapas formadas por grafeno, dicalcogenuros, metales y materiales polares. El objetivo es intentar comprender la fenomenología de su respuesta electromagnética en la escala nanométrica y aplicar ese conocimiento al diseño de nuevos dispositivos y elementos fotónicos.

El(la) estudiante podrá poner en práctica los conocimientos adquiridos durante sus estudios de grado, particularmente en las asignaturas “Física Cuántica I”, “Física Cuántica II”, “Estado Sólido I” y “Óptica”, así como adquirir familiaridad con diferentes herramientas de manipulación simbólica y cálculo numérico.

Propuestas de TFG FMC 2026-2027



PROFESORA: Belén Villacampa; bvillaca@unizar.es

Dpto. Física de la materia condensada

Grupo de investigación: Sistemas fotoactivos π -funcionales

Miembros permanentes: Raquel Andreu, M. Jesús Blesa, Santiago Franco, Jesús Orduna y Belén Villacampa

Estudiantes de doctorando: Esther Maza, Iván M. Morel



Credit: ROLAND HERZOG, EPFL

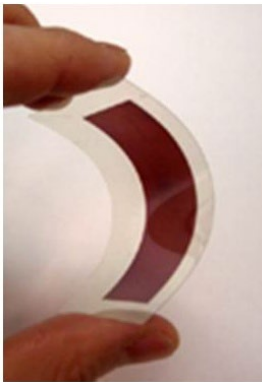
Varias de las **líneas de investigación del grupo** se centran en el desarrollo de dispositivos fotovoltaicos: celdas híbridas orgánico - inorgánicas (tipo Grätzel) y celdas de película delgada basadas en semiconductores respetuosos con el medio ambiente.

Celdas Solares Sensibilizadas por Colorante (Tipo Grätzel o DSSC)

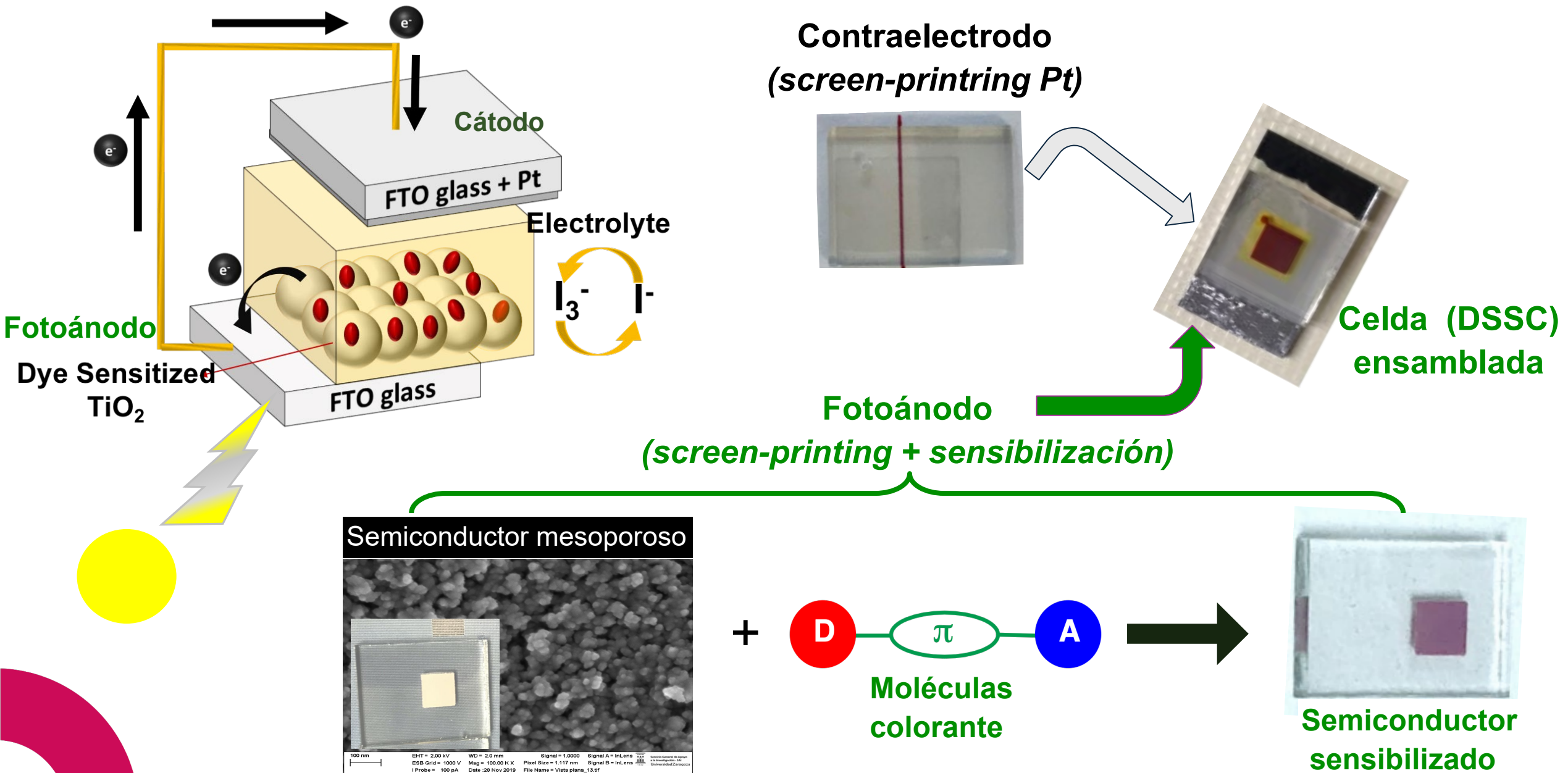
Las **DSSCs** son celdas solares de tercera generación, de especial interés por sus prestaciones en condiciones de baja iluminación y luz artificial.

Sus características las hace atractivas para aplicaciones integradas con elementos constructivos y son compatibles con arquitecturas flexibles.

*Dispositivo
fotovoltaico
flexible*



Estructura de una DSSCs (Se desarrollan y caracterizan íntegramente en nuestro laboratorio)



LÍNEA 1

* Fotoánodos para DSSCs basados en semiconductores alternativos

Evaluación de semiconductores (oxihaluros) como alternativas sostenibles al TiO_2 convencional; se estudiará el impacto de su morfología, estructura de bandas y la movilidad electrónica en la eficiencia fotovoltaica.

LÍNEA 2

* Desarrollo de DSSCs sobre sustratos flexibles

Desarrollo de láminas delgadas nanoestructuradas procesadas a baja temperatura sobre sustratos poliméricos flexibles para su evaluación como fotoánodos de DSSCs.

Metodología:

- En nuestro laboratorio se realiza el proceso de preparación y caracterización fotovoltaica de las celdas (curvas J/V, eficiencia cuántica)
- Las técnicas utilizadas para el estudio de los electrodos son:
 - Espectroscopia óptica (rango UV-vis_NIR)
 - Espectroscopia de rayos X
 - Perfilometría
 - Microscopía electrónica

*Espectro de XPS -
(Espectroscopia Fotoelectrónica de RX)*

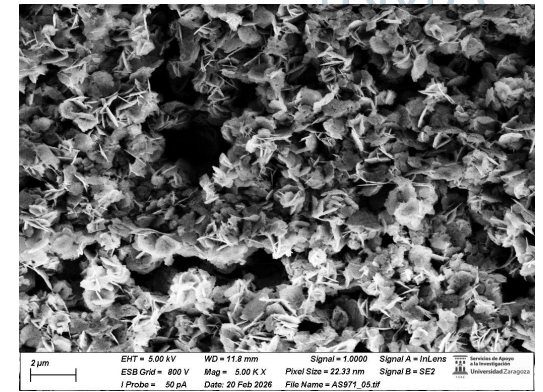
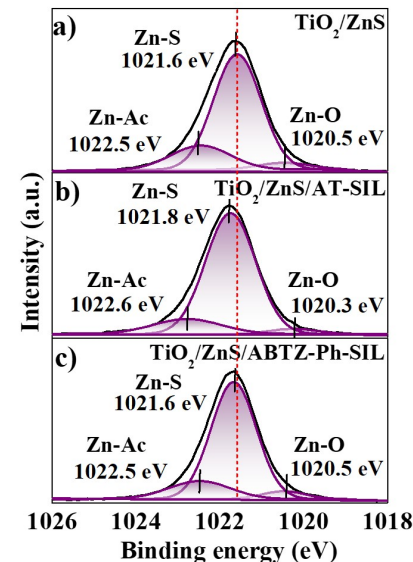
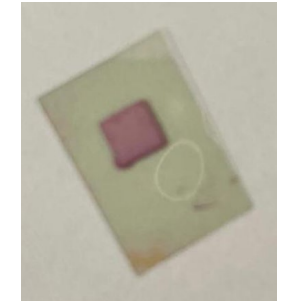
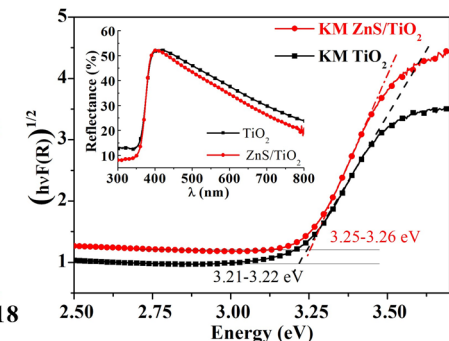


Imagen SEM BiOI



*Fotoánodo sobre
polímero (PEN)*



*Espectro de
reflectancia*

3D printing in the nanoscale for the next generation of MRAM memories

Alberto Anadón
anadonb@unizar.es

Cristina Bran
cristina.bran@unizar.es



Project Overview

Developing 3D Nanostructures for Skyrmion-Based MRAM

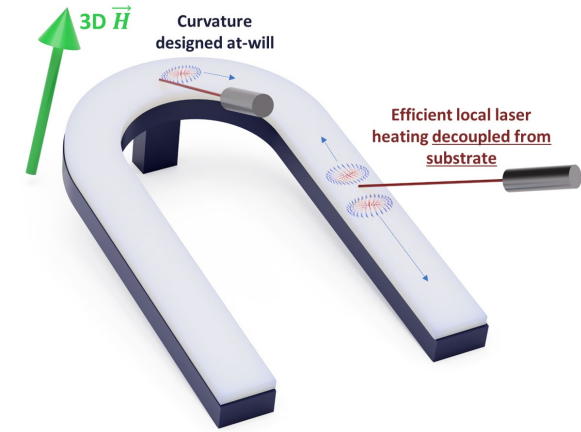
To develop 3D nanostructures that enhance the motion, stability, and detection of Skyrmions for use in MRAM.
Understand how temperature affects Skyrmion motion.
Develop reliable methods for Skyrmion nucleation.
Improve electrical detection techniques for Skyrmions.

International collaboration

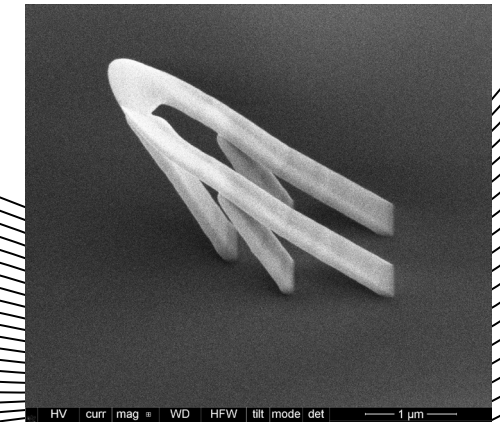
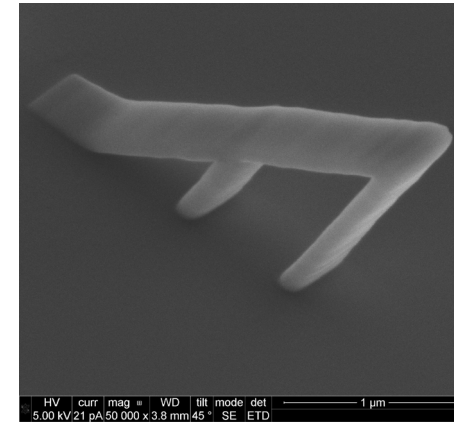
We work with groups in **France** and **Austria** to develop this project

State-of-the-art experimental techniques

- **3D Nanostructuring:** Using state-of-the-art nanofabrication techniques to create environments that optimize Skyrmion behavior.
- **Thermal studies:** Investigating how thermal gradients influence Skyrmion motion in different materials.
- **Material systems:** Exploring ferromagnetic and multilayered systems to study Skyrmions under various conditions.
- **Techniques:** X-ray magnetic imaging, optical detection, and electrical characterization.



I did these ones!



Temas para TFG Física

Grupo de Investigación PROCACEF en
Dep. de Física de la Materia Condensada

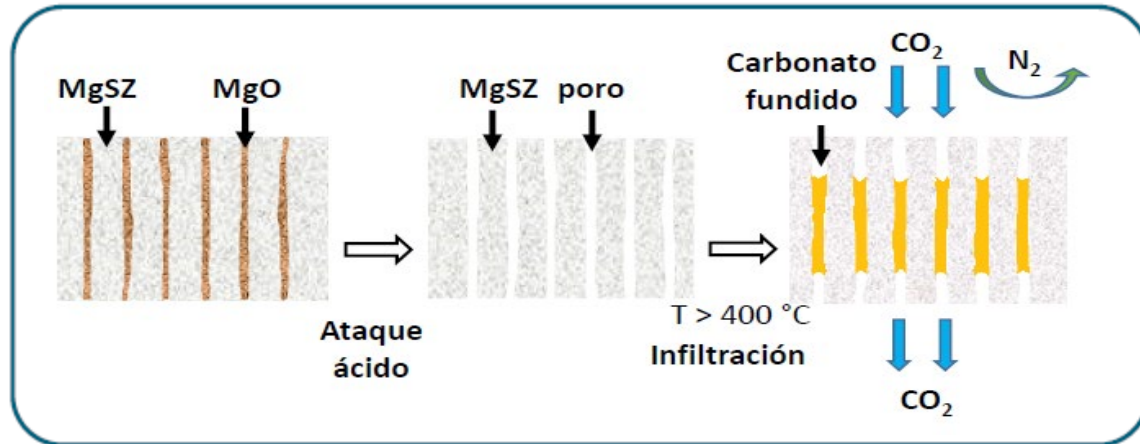
Rosa I. Merino (rmerino@unizar.es)

Investigadora Científica del CSIC en el
Instituto de Nanociencia y Materiales de Aragón (INMA). Facultad de Ciencias.



- Las líneas en que se dirigen TFGs se describen a continuación. Se trata de trabajos en **ciencia de materiales** con una fuerte **componente experimental**. Los detalles concretos se establecerán en el momento de hacer la propuesta con los alumnos interesados.
- Las tareas se desarrollan en los laboratorios de Ciencias del departamento FMC con alguna parte a realizar en laboratorios del edificio Torres Quevedo (EINA).
- El estudiante aprenderá técnicas de **solidificación asistida con láser**, y técnicas físicas de caracterización como microscopía electrónica de barrido (**SEM**), medidas de **conductividades, difracción de rayos X, Raman**, etc.; manejará conceptos de electroquímica, física de materia condensada, ...

Captura de CO₂: Membranas de separación de gases de carbonatos fundidos: Mecanismos y tecnología.



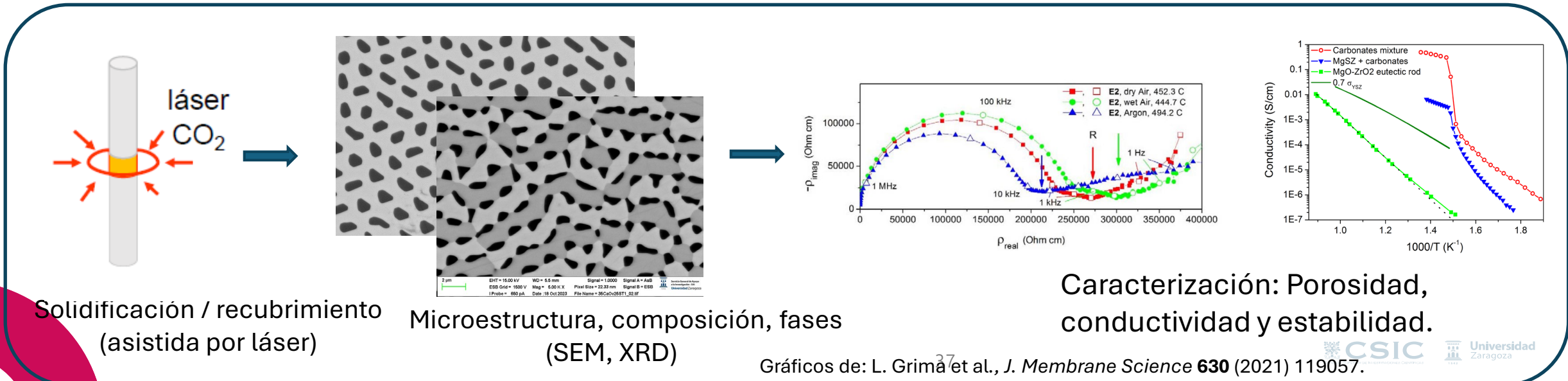
Transporte selectivo de CO₂ a través de la membrana

Rendimiento vs.:
Microestructura
Conectividad
Conductividad matriz

↓

Establecer mecanismos

Proyecto tipo TFG: Investigación de un material/estructura candidata.



Grupo de Física Estadística y No Lineal (FENOL)

Investigación: *Uso de la física estadística y dinámica no lineal aplicada a sistemas complejos y sistemas biológicos*

Los miembros pertenecen tanto al **Departamento de FMC o de Teórica** como al **Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI)** de la UZ

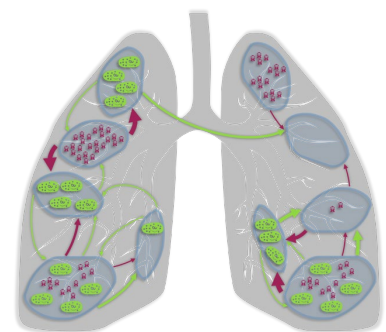
Profesores: Alessandro Fiasconaro, Jesús Gómez-Gardeñes.

Líneas de trabajo:

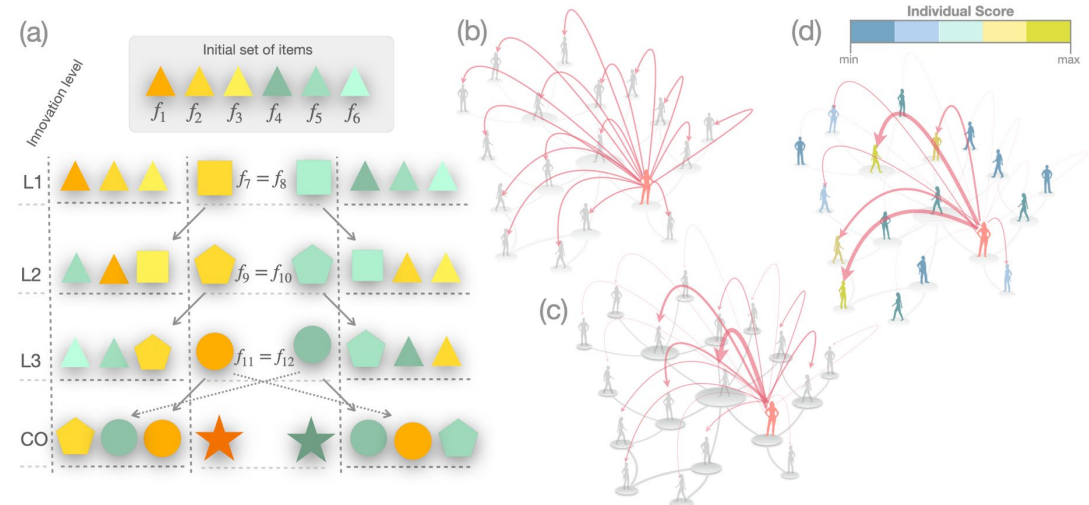
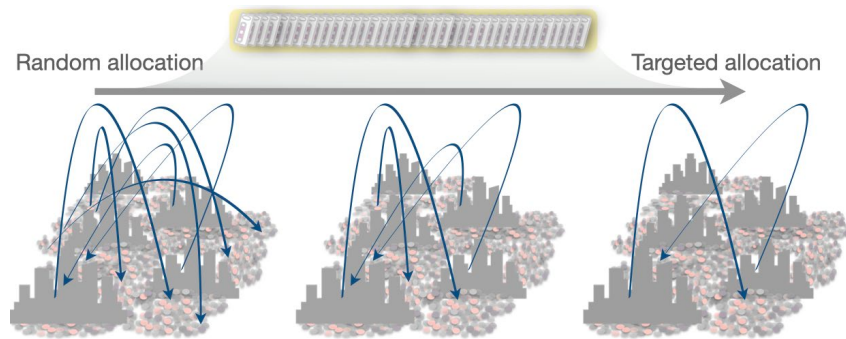
- Fenómenos de difusión (social y epidémica) en sistemas socio-tecnológicos.
- Emergencia de ordenamiento espacio-temporal en sistemas dinámicos acoplados.
- Física Estadística de Sistemas Biológicos Complejos
- Modelado realista de neuronas

Algunos ejemplos de trabajos realizados en cursos anteriores. **SISTEMAS COMPLEJOS** (12 en últimos 3 años).

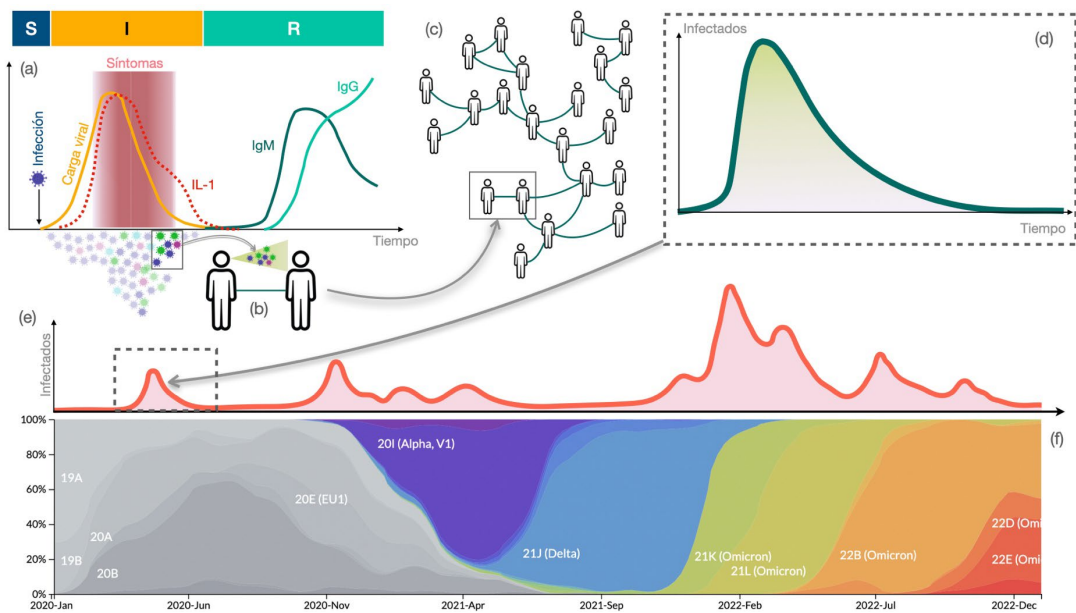
Metapoblaciones complejas para el diseño de estrategias de control epidemiológico (TFGs de Francesca Dilisante y Antonio Brotons, 2023)



Dinámica de competición bacteriana (TFG de Patricia López-Blanco, 2022)



Emergencia de innovaciones en procesos de difusión cultural (2 TFGs en curso 2024)

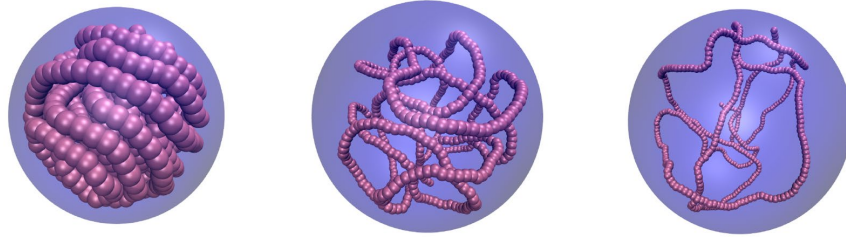


Dinámica epidémica sujeta a procesos de contagio y mutación de patógenos (TFG de 2024)

Algunos ejemplos de trabajos realizados en cursos anteriores. FÍSICA BIOLÓGICA. (6 en los últimos 3 años)

Estados sincronizados en la dinámica de osciladores genéticos.

TFG de Pilar Gil (2023) Dirigido por FF y JGG



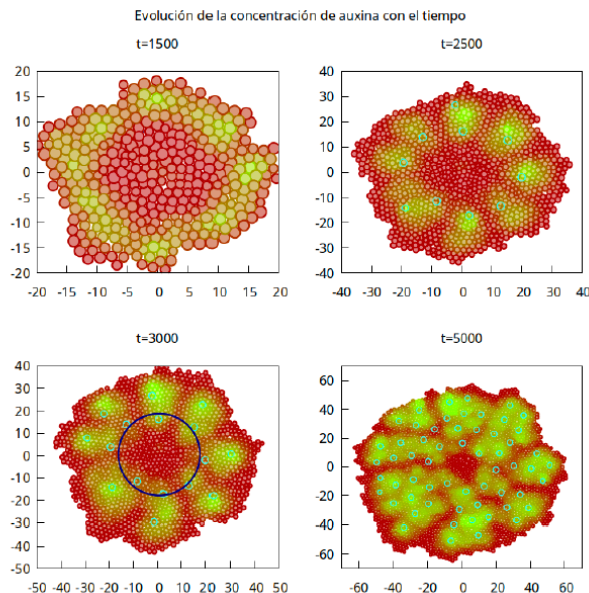
(a) $R = 26,5\text{nm}$

(b) $R = 53,0\text{nm}$

(c) $R = 79,5\text{nm}$

Modelos de Polímeros: Simulaciones y aplicaciones.

TFG de Marco Mendivil. (2023) Dirigido por AS y FF



Modelos de Filotaxis.

TFG de Pablo

Vizcaíno. (2022)

Dirigido por AF y FF

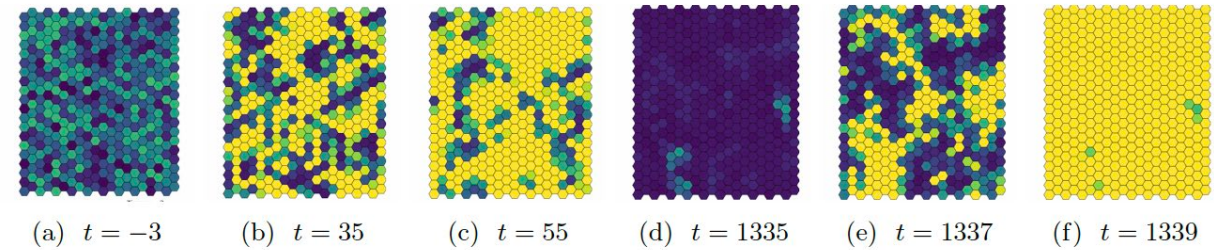
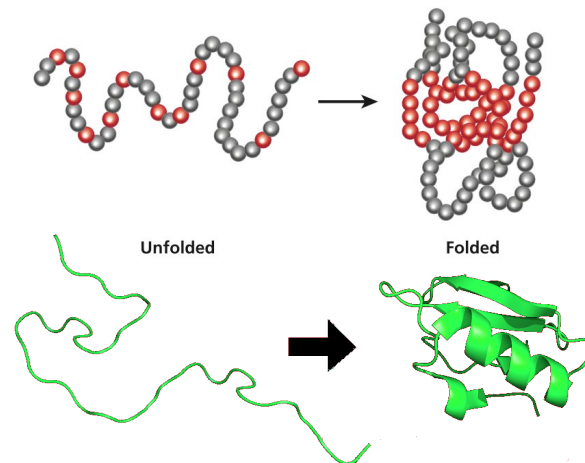
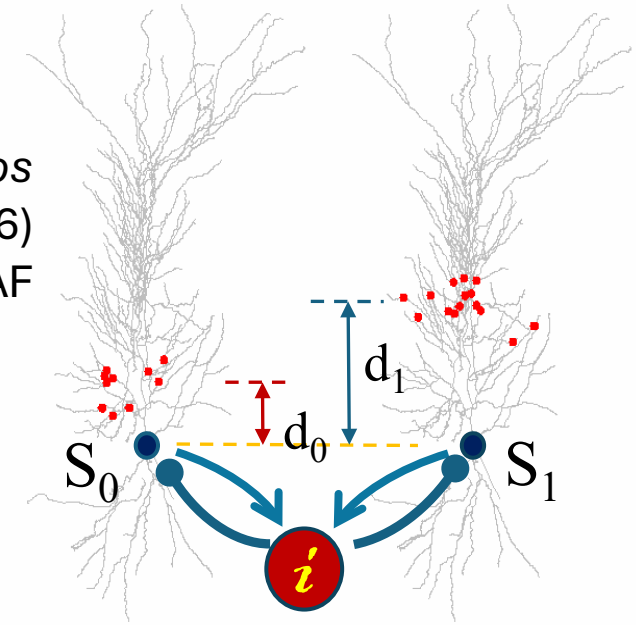


Figura 27: Sincronización de una red 20×20 para la que $\tau_i \in [3.0, 4.0]$, $\tau_c = 12.0$.

Sincronización en modelos realistas de neuronas (2026)

Propuesto por AF



Modelos en plegamiento y secuenciado de proteína (2026) Propuesto por AF

Para más información ponerse en contacto con:

SISTEMAS COMPLEJOS:

- Jesús Gómez Gardeñes (gardenes@unizar.es)



FÍSICA BIOLÓGICA:

- Alessandro Fiasconaro (afiascon@unizar.es)

