

Gabriele De Luca wins ERC Starting Grant at ICMAB to explore topological magnons in oxide materials

Gabriele De Luca, researcher at the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC), has been awarded an ERC Starting Grant by the European Research Council (ERC). This is the first ERC Starting Grant awarded to ICMAB after the 2020 call, marking a major milestone for both the Institute and De Luca.

His project, TOPOLOGIQ – Tuning Oxide Pyrochlores: Optimizing Lattices for Observable Generation of Quantum magnetoelectric phenomena, has received funding for five years to explore the use of ferromagnetic pyrochlores in next-generation quantum technologies.

About the Project: TOPOLOGIQ

TOPOLOGIQ aims to stabilize artificial heterostructures based on ferromagnetic pyrochlores in order to break inversion symmetry at the nanoscale, enabling the control of topological magnons using electric fields. The final goal is to develop highly energy-efficient devices.

Pyrochlores are a family of complex oxide materials with the general formula $A_2B_2O_7$, where A and B are typically rare-earth and transition metal ions, respectively. Their unique crystal structure gives rise to geometrical frustration, a condition in which the magnetic interactions between atoms cannot all be simultaneously satisfied. This makes pyrochlores ideal platforms to explore exotic magnetic and electronic phenomena, such as spin ices, quantum spin liquids, and more recently, topological magnons — quantized spin waves that could enable new types of low-power, heat-based information transport where information is carried by spin rather than charge, significantly reducing energy loss. In the TOPOLOGIQ project, these materials are used to design artificial heterostructures where symmetry can be broken at the nanoscale to unlock new quantum functionalities.

Magnons — spin excitations that carry heat and information — have the potential to replace electrons in low-energy-consumption devices. However, topological magnons, which could revolutionize heat management and dissipation-free computing, have been experimentally confirmed only in a very few systems.

TOPOLOGIQ addresses this challenge directly by focusing on a class of materials that show promising experimental signatures (such as the magnon Hall effect), but whose topological properties remained elusive so far. If successful, the project could unlock a new class of quantum materials, ferromagnetic pyrochlores, with strong implications for energy-efficient technologies.

“This project is high-risk because topological magnons have not been experimentally realized in an epitaxial system. But it’s precisely this challenge that makes it so relevant,” explains De Luca.

"Also, the project focuses on 3d transition metal oxides (such as vanadium and manganese), which are more abundant than 4d and 5d elements, aligning with principles of sustainability", he adds.

"In addition, thanks to the development of this research, we are going to establish two unique technological facilities: a RHEED-equipped sputtering system (the third worldwide) to manufacture high-precision materials, and a second-harmonic generation laboratory to study their properties using advanced optical techniques. With this, we will benefit both the Spanish and the European scientific community in this field of research," adds the recent ERC Starting Grant awardee.

About Gabriele De Luca

Gabriele De Luca is a Ramón y Cajal researcher at ICMAB since January 2023. He studied Physics in 'Federico II' University in Napoli (Italy), completed his PhD in Materials Science at ETH Zurich (Switzerland) in 2017, and later worked as a postdoctoral researcher at the University of Zürich (2018–2021). In spring 2019, he was a visiting researcher at the University of Wisconsin–Madison (USA), and between 2021–2022, he held a Swiss Postdoc Mobility scholarship funding his research stay at ICN2 in Barcelona (Spain).

His research focuses on the growth and characterization of complex oxide heterostructures, and how their electronic, magnetic, and structural properties evolve at the nanoscale — key to designing the materials that will power tomorrow's technologies.

At ICMAB, De Luca is part of the MULFOX group, working to decode how complex oxide interfaces can lead to new and emergent functionalities, through mechanisms like epitaxial strain, charge transfer, structural frustration, and electrostatic coupling.

This ERC Starting Grant will allow him to consolidate his research line and establish his own team at ICMAB.

About the ERC Starting Grant

The ERC Starting Grant supports early-career researchers who demonstrate the potential to become research leaders. It provides up to €1.5 million over five years to establish their own independent research team and program.

Projects funded under this scheme are high-risk, high-gain, and are selected for their scientific excellence and transformative potential.

For more information, visit the [ERC Starting Grant website](#).

Congratulations to Gabriele De Luca on this outstanding achievement! Stay tuned for updates as the TOPOLOGIQ project unfolds.

Gabriele De Luca obté un ERC Starting Grant a l'ICMAB per explorar magnons topològics en òxids

Gabriele De Luca, investigador de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), ha estat guardonat amb un ERC Starting Grant pel Consell Europeu de Recerca (ERC). Es tracta del primer ERC Starting Grant atorgat a l'ICMAB des de la convocatòria de 2020, un èxit que representa una fita destacada tant per a l'Institut com per a De Luca.

El seu projecte, *TOPOLOGIQ – Tuning Oxide Pyrochlores: Optimizing Lattices for Observable Generation of Quantum magnetoelectric phenomena*, ha rebut finançament per a cinc anys amb l'objectiu d'explorar l'ús de piroclors ferromagnètics en les tecnologies quàntiques de nova generació.

Sobre el projecte: TOPOLOGIQ

TOPOLOGIQ té com a objectiu establir heteroestructures artificials basades en piroclors ferromagnètics per tal de trencar la simetria d'inversió a l'escala nanomètrica, i així permetre el control de magnons topològics mitjançant camps elèctrics. L'objectiu final és desenvolupar dispositius energèticament altament eficients.

Els piroclors són una família de materials d'òxid complex amb la fórmula general $A_2B_2O_7$, on A i B solen ser ions de terres rares i metalls de transició, respectivament. La seva estructura cristal·lina única dona lloc a la frustració geomètrica, una condició en què les interaccions magnètiques entre àtoms no poden satisfer-se simultàniament. Això converteix els piroclors en plataformes ideals per explorar fenòmens magnètics i electrònics exòtics, com els gels d'espín, els líquids quàntics d'espín i, més recentment, els magnons topològics —ones d'espín quantificades que podrien permetre nous tipus de transport d'informació de baix consum, on la informació es transmet per espín i no per càrrega, reduint significativament la pèrdua d'energia en el procés.

En el projecte TOPOLOGIQ, aquests materials es faran servir per dissenyar heteroestructures artificials on es pugui trencar la simetria a escala nanomètrica i obrir la porta a noves funcionalitats quàntiques.

Els magnons —excitacions d'espín que transporten calor i informació— tenen el potencial de substituir els electrons en dispositius de baix consum energètic. Tanmateix, els magnons topològics, que podrien revolucionar la gestió de la calor i la computació sense dissipació d'energia, només han estat confirmats experimentalment en molt pocs sistemes.

TOPOLOGIQ afronta directament aquest repte centrant-se en una classe de materials que mostren senyals experimentals prometedors (com l'efecte Hall de magnons), però les propietats topològiques dels quals encara no s'han pogut establir. Si té èxit, el projecte podria obrir el camí a una nova classe de materials quàntics, els piroclors ferromagnètics, amb fortes implicacions per a les tecnologies energèticament eficients.

“D’altra banda, el projecte se centra en els òxids de metalls de transició 3d (com el vanadi i el manganès), que són més abundants que els elements 4d i 5d, i això s’alinea amb els principis de sostenibilitat”, afegeix.

“Alhora, gràcies al desenvolupament d’aquesta recerca, establim dues instal·lacions tecnològiques úniques: un sistema de *sputtering* equipat amb RHEED (el tercer al món) per fabricar materials d’alta precisió, i un laboratori de generació de segon harmònic per estudiar-ne les propietats mitjançant tècniques òptiques avançades. Amb això, es beneficiaran tant la comunitat científica espanyola com l’europea que treballa en aquest camp de recerca”, afegeix el recent guardonat amb una ERC Starting Grant.

Sobre Gabriele De Luca

Gabriele De Luca és investigador Ramón y Cajal a l’ICMAB des del gener de 2023. Va estudiar Física a la Universitat ‘Federico II’ de Nàpols (Itàlia), va obtenir el doctorat en Ciència de Materials a l’ETH Zurich (Suïssa) el 2017, i posteriorment va treballar com a investigador postdoctoral a la Universitat de Zuric (2018–2021). A la primavera de 2019 va ser investigador visitant a la Universitat de Wisconsin–Madison (EUA), i entre 2021 i 2022 va gaudir d’una beca Swiss Postdoc Mobility que va finançar la seva estada d’investigació a l’ICN2 de Barcelona (Espanya).

La seva recerca se centra en el creixement i la caracterització d’heteroestructures d’òxids complexos, i en com evolucionen les seves propietats electròniques, magnètiques i estructurals a l’escala nanomètrica —un aspecte clau per al disseny dels materials que impulsaran les tecnologies del futur.

A l’ICMAB, De Luca forma part del grup MULFOX, treballant per desxifrar com les interfícies d’òxids complexos poden donar lloc a noves i emergents funcionalitats, mitjançant mecanismes com l’estrès epitaxial, la transferència de càrrega, la frustració estructural i l’acoblament electrostàtic. Aquest ERC Starting Grant li permetrà consolidar la seva línia de recerca i establir el seu propi equip a l’ICMAB.

Sobre l’ERC Starting Grant

L’ERC Starting Grant dona suport a investigadors en les primeres etapes de la seva carrera que demostrin un alt potencial per convertir-se en líders científics. El programa ofereix fins a 1,5 milions d’euros durant cinc anys per establir un equip i un programa de recerca independents.

Els projectes finançats sota aquest esquema són d’alt risc i alt potencial de retorn, i se seleccionen per la seva excel·lència científica i el seu caràcter transformador. Per a més informació, visiteu la pàgina web de l’[ERC Starting Grant](#).

Enhorabona a Gabriele De Luca per aquest fantàstic èxit! Estigueu atents a les novetats a mesura que avanci el projecte TOPOLOGIQ.

Gabriele De Luca obtiene un ERC Starting Grant en el ICMAB para explorar magnones topológicos en óxidos

Gabriele De Luca, investigador del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC), ha sido galardonado con un ERC Starting Grant por el Consejo Europeo de Investigación (ERC). Se trata del primer ERC Starting Grant concedido al ICMAB desde la convocatoria de 2020, un éxito que representa un hito destacado tanto para el Instituto como para De Luca.

Su proyecto, *TOPOLOGIQ – Tuning Oxide Pyrochlores: Optimizing Lattices for Observable Generation of Quantum magnetoelectric phenomena*, ha recibido financiación para cinco años con el objetivo de explorar el uso de pirocloros ferromagnéticos en las tecnologías cuánticas de nueva generación.

Sobre el proyecto: TOPOLOGIQ

TOPOLOGIQ tiene como objetivo estabilizar heteroestructuras artificiales basadas en pirocloros ferromagnéticos con el fin de romper la simetría de inversión a la nanoescala, permitiendo el control de magnones topológicos mediante campos eléctricos. El objetivo final es desarrollar dispositivos energéticamente altamente eficientes.

Los pirocloros son una familia de materiales de óxido complejo con la fórmula general $A_2B_2O_7$, donde A y B suelen ser iones de tierras raras y metales de transición, respectivamente. Su estructura cristalina única da lugar a la frustración geométrica, una condición en la que las interacciones magnéticas entre átomos no pueden satisfacerse simultáneamente. Esto convierte a los pirocloros en plataformas ideales para explorar fenómenos magnéticos y electrónicos exóticos, como los *spin ices* (hielos de espín), los líquidos cuánticos de espín y, más recientemente, los magnones topológicos —ondas de espín cuantificadas que podrían permitir nuevos tipos de transporte de información de bajo consumo, en los que la información se transmite por espín y no por carga, reduciendo significativamente la pérdida de energía en el proceso.

En el proyecto TOPOLOGIQ, estos materiales se emplearán para diseñar heteroestructuras artificiales donde sea posible romper la simetría a escala nanométrica y abrir la puerta a nuevas funcionalidades cuánticas.

Los magnones —excitaciones de espín que transportan calor e información— tienen el potencial de sustituir a los electrones en dispositivos de bajo consumo energético. Sin embargo, los magnones topológicos, que podrían revolucionar la gestión del calor y la computación sin disipación de energía, solo han sido confirmados experimentalmente en muy pocos sistemas.

TOPOLOGIQ afronta directamente este reto al centrarse en una clase de materiales que muestran señales experimentales prometedoras (como el efecto Hall de magnones), pero cuyas propiedades topológicas aún no han podido establecerse. Si tiene éxito, el proyecto podría abrir el camino a una nueva clase de materiales cuánticos, los pirocloros ferromagnéticos, con importantes implicaciones para las tecnologías energéticamente eficientes.

“Por otro lado, el proyecto se centra en los óxidos de metales de transición 3d (como el vanadio y el manganeso), que son más abundantes que los elementos 4d y 5d, lo cual se alinea con los principios de sostenibilidad”, añade.

“A su vez, gracias al desarrollo de esta investigación, vamos a establecer dos instalaciones tecnológicas únicas: un sistema de *sputtering* equipado con RHEED (el tercero en el mundo) para fabricar materiales de alta precisión, y un laboratorio de generación de segundo armónico para estudiar sus propiedades mediante técnicas ópticas avanzadas. Con ello, se beneficiará tanto la comunidad científica española como la europea que trabaja en este campo de investigación”, añade el reciente galardonado con una ERC Starting Grant.

Sobre Gabriele De Luca

Gabriele De Luca es investigador Ramón y Cajal en el ICMAB desde enero de 2023. Estudió Física en la Universidad ‘Federico II’ de Nápoles (Italia), obtuvo el doctorado en Ciencia de Materiales en el ETH Zurich (Suiza) en 2017, y posteriormente trabajó como investigador postdoctoral en la Universidad de Zúrich (2018–2021). En la primavera de 2019 fue investigador visitante en la Universidad de Wisconsin–Madison (EE. UU.), y entre 2021 y 2022 disfrutó de una beca Swiss Postdoc Mobility que financió su estancia de investigación en el ICN2 de Barcelona (España).

Su investigación se centra en el crecimiento y la caracterización de heteroestructuras de óxidos complejos, y en cómo evolucionan sus propiedades electrónicas, magnéticas y estructurales a escala nanométrica —un aspecto clave para el diseño de los materiales que impulsarán las tecnologías del futuro.

En el ICMAB, De Luca forma parte del grupo MULFOX, trabajando para descifrar cómo las interfaces de óxidos complejos pueden dar lugar a nuevas y emergentes funcionalidades, mediante mecanismos como el estrés epitaxial, la transferencia de carga, la frustración estructural y el acoplamiento electrostático. Este ERC Starting Grant le permitirá consolidar su línea de investigación y establecer su propio equipo en el ICMAB.

Sobre el ERC Starting Grant

El ERC Starting Grant apoya a investigadores en las primeras etapas de su carrera que demuestran un alto potencial para convertirse en líderes científicos. El programa ofrece hasta 1,5 millones de euros durante cinco años para establecer un equipo y un programa de investigación independientes.

Los proyectos financiados bajo este esquema son de alto riesgo y alto potencial de retorno, y se seleccionan por su excelencia científica y su carácter transformador. Para más información, visite la página web del [ERC Starting Grant](#).

Enhorabuena a Gabriele De Luca por este extraordinario logro. Estad atento a las novedades a medida que avance el proyecto TOPOLOGIQ.