

Image not found

Carmen Rubio-Verdu: "En física fundamental, eliminamos cualquier perturbación para revelar lo que se esconde detrás, para acceder a lo desconocido"

Carmen Rubio-Verdu, líder de grupo en ICFO desde 2023, ha recibido ahora una ERC Starting Grant, una de las becas europeas más prestigiosas para investigadores/as en una etapa temprana de su carrera. Durante los próximos cinco años, esta financiación le permitirá explorar preguntas fundamentales en la frontera de la ciencia de materiales cuánticos, tales como: ¿Por qué los materiales bidimensionales exhiben comportamientos tan inusuales?

September 05, 2025

Carmen Rubio-Verdu descubrió su pasión por los materiales bidimensionales (2D) durante su doctorado en nanoGUNE (San Sebastián, España); una pasión que continuó creciendo junto con su experiencia a través de sus estancias posdoctorales en la Universidad de Columbia (EE.UU.) y la Freie Universität Berlin (Alemania). Allí exploró las fases electrónicas correlacionadas que emergen en materiales 2D rotados, un área de vanguardia en la física de la materia condensada.

En 2023, Carmen puso en marcha su propio grupo de investigación en ICFO y, desde entonces, todo el equipo ha profundizado aún más en sus intereses en la ciencia fundamental. Ahora, poco más de dos años después de convertirse en investigadora principal, ha sido galardonada con una Starting Grant del Consejo Europeo de Investigación (ERC, por sus siglas en inglés), una de las oportunidades de financiación más competitivas y respetadas en Europa para jóvenes investigadores excepcionales. La beca financia un proyecto de cinco años en ciencia fundamental, brindando a los galardonados la libertad de perseguir investigaciones arriesgadas, pero cuya potencial recompensa promete ser muy grande.

Carmen pretende aprovechar esta oportunidad para investigar uno de los temas más candentes en la ciencia de frontera. Un tema que involucra materiales de grosor atómico, fases cuánticas exóticas como la superconductividad no convencional, y equipos de última

generacion para sondear las propiedades fundamentales de la materia.

En esta entrevista, Carmen nos cuenta el camino que siguió en la ciencia fundamental de la materia condensada y como finalmente logro esta beca.

¿Puedes resumir la idea del proyecto que esta ERC Starting Grant apoyara?

La idea es entender por que esta nueva familia de materiales llamada materiales moire se comportan de la manera en que lo hacen y no otra. Los materiales moire son cristales de grosor atomico (es decir, materiales 2D) apilados unos sobre otros con una ligera rotacion entre ellos. Los atomos de estas capas crean entonces un llamado patron moire, el cual modifica profundamente las propiedades de los electrones que se mueven a traves del material, dando lugar a fases exoticas de la materia como una superconductividad no convencional.

El ejemplo mas conocido es el grafeno bicapa rotado en el angulo magico. Cuando se colocan dos capas de grafeno, cada una de un solo atomo de grosor, una sobre otra con un angulo de torsion de 1,1 grados, el sistema en conjunto se vuelve superconductor. Sin embargo, las dos capas individuales no son superconductoras por si solas. De manera similar, si se elige un angulo de torsion diferente, incluso siendo solo ligeramente distinto, el sistema resultante tampoco es superconductor. Con este proyecto, queremos entender por que ocurre este fenomeno y cual es el mecanismo fisico que lo explica.

¿Por que te interesan los materiales 2D y por que elegiste este tema en particular?

Me interesan los materiales 2D porque, para empezar, se suponía que las fases correlacionadas como la superconductividad y el magnetismo ni siquiera podían existir en dos dimensiones. Pero ahora sabemos que si existen, aunque a menudo en formas que no están presentes en otros materiales tridimensionales. Para mí, esto es indicativo de un campo que está lleno de posibilidades interesantes.

De hecho, el campo de los materiales 2D rotados es bastante nuevo. Los primeros experimentos se realizaron en 2018, así que todavía hay muchas preguntas abiertas, mucho margen para la investigación de vanguardia. Sin embargo, en solo unos pocos años, ya hemos visto que la física en estos materiales es extraordinariamente rica. Todo gira en torno a la idea del comportamiento colectivo: no se puede entender lo que ocurre en estos materiales centrándose solo en las partículas individuales, sino que hay que considerar el conjunto entero de electrones. Como consecuencia, emergen muchas fases exóticas interesantes.

Respecto a este proyecto en específico, lo elegí precisamente porque quedan muchísimas incógnitas por resolver. Para poder hacerlo, creo firmemente que debemos enfrentar el problema desde distintas perspectivas. En mi grupo abordaremos estas preguntas a través de varias técnicas independientes pero complementarias, de modo que podamos construir una comprensión profunda de las fases cuánticas que emergen. **Un gran avance sería**

descubrir una nueva forma de superconductividad que nunca antes se haya visto. Esa es nuestra gran aspiración.

¿Como planeais, tu y tu grupo, lograrlo? ¿Cuales son los principales pasos que seguireis?

Primero, necesitamos fabricar estos materiales 2D rotados y conseguir que esten muy limpios y uniformes. Luego utilizaremos equipos de ultima generacion, en particular un microscopio especial llamado microscopio de efecto tunel de barrido (Scanning Tunneling Microscope). Con este microscopio se pueden obtener imagenes de los atomos e investigar sus propiedades electronicas a nivel local a temperaturas por debajo de los 100 milikelvin. Esta capacidad es esencial a la hora de investigar fases cuanticas, ya que estas solo surgen a temperaturas ultrabajas.

Supongo que toma tiempo planificar un proyecto de gran envergadura como este. ¿Como cuando surgieron esta idea cientifica y la metodologia correspondiente?

Ha sido un proceso largo. Durante mi doctorado ya empece a trabajar en materiales bidimensionales, y cuando estaba a punto de irme a hacer un posdoctorado, todo este campo de materiales 2D rotados exploto. Eso despertó mi curiosidad, de modo que durante mi postdoctorado investigue a fondo el grafeno rotado.

Cuando decidi que queria establecer mi propio grupo de investigacion, simplemente me dirigí hacia las cuestiones abiertas en el campo. Me pregunte: ¿cuales son hoy las mayores incognitas? A lo largo de estos ultimos años fui construyendo este proyecto en mi cabeza. Estoy muy emocionada de que la ERC decidiera financiarlo, para poder sumergirme de lleno en el proyecto.

¿Que significa para ti y para tu grupo esta beca ERC en terminos de la investigacion que podreis llevar a cabo?

Esta ERC es de gran importancia tanto para mi grupo como para mi. No creo que pudiera llevar a cabo este proyecto sin una beca tan prestigiosa. Esto se debe no solo a los considerables recursos que requiere, en particular el alto coste del instrumento, sino también a que la ERC Starting Grant ofrece cinco años de apoyo continuado. En cinco años si que se tiene la oportunidad de realizar experimentos difíciles y de analizar los datos en profundidad, pudiendo así construir conclusiones sólidas y profundas sobre la física subyacente.

En un sentido más amplio, la ERC es una gran oportunidad para que mi grupo crezca y desarrolle investigación de vanguardia. Este proyecto se alinea muy bien con los temas de investigación de mi grupo, ya que nosotros nos centramos en las nuevas fases que emergen en materiales 2D, ya sea en capas individuales, en capas rotadas, o incluso en estructuras más complejas. En ese sentido, encaja perfectamente.

Me gustaria terminar con una pregunta mas personal: ¿cuando supiste que querias estudiar ciencia y por que elegiste este campo especifico?

Siempre he sido una persona muy curiosa, desde que era niña. Ahora, en perspectiva, creo que todo tiene sentido. Cuando estaba en secundaria, me di cuenta de que me gustaba la ciencia; simplemente la encontraba interesante. Pero, incluso a día de hoy, estoy continuamente preguntandome por que la naturaleza se comporta como lo hace. La física me tiene el corazón robado ahora, pero en última instancia se trata de tener curiosidad e intentar entender como funciona el mundo. Muy a menudo pienso que, quizá, en otra vida, seré antropóloga.

Al final, sin embargo, me decante por la física. Tras terminar la carrera, me adentre en los materiales 2D porque en física fundamental puedes dedicar tu tiempo a plantearte por que tu objeto de estudio se comporta de una cierta manera. Mas específicamente, **en mi campo tratamos de** aislar el sistema lo máximo posible colocando los materiales bajo condiciones de vacío ultra-alto y a temperaturas muy bajas. De esta forma eliminamos cualquier perturbación para revelar lo que se esconde detrás, para **acceder a lo desconocido**.

Image not found

Imagen de Carmen Rubio-Verdu.
Credito: ICFO.