



## **Carmen Rubio-Verdu: "En física fonamental, eliminem qualsevol pertorbacio per tal de revelar que s'hi amaga al darrere, per accedir a allo desconegut"**

La Carmen Rubio-Verdu, lider de grup a l'ICFO des del 2023, ha rebut ara una ERC Starting Grant, una de les beques europees mes prestigioses per a investigadors/es en una etapa inicial de la seva carrera. Durant els proxims cinc anys, aquest financament li permetra explorar preguntes fonamentals a la frontera de la ciencia de materials quantics, com ara: Per que els materials bidimensionals exhibeixen comportaments tan inusuals?

September 05, 2025

---

La Carmen Rubio-Verdu va descobrir la seva passio pels materials bidimensionals (2D) durant el seu doctorat a nanoGUNE (Sant Sebastia, Espanya); una passio que va continuar creixent

juntament amb la seva experiència a través de les estades postdoctorals a la Universitat de Columbia (EUA) i a la Freie Universität Berlin (Alemanya). Allà va explorar les fases electròniques correlacionades que emergeixen en materials 2D girats, una àrea de frontera en la física de la matèria condensada.

L'any 2023, la Carmen va formar el seu propi grup de recerca a l'ICFO i, des d'aleshores, tot l'equip ha aprofundit encara més en els seus interessos en la ciència fonamental. Ara, poc més de dos anys després d'esdevenir investigadora principal, ha estat guardonada amb una Starting Grant del Consell Europeu de Recerca (ERC, per les seves sigles en anglès), una de les oportunitats de finançament més competitives i respectades a Europa per a joves investigadors excepcionals. La beca finança un projecte de cinc anys en ciència fonamental, tot oferint als guardonats la llibertat de perseguir recerques arriscades però amb una potencial recompensa molt gran.

La Carmen vol aprofitar aquesta oportunitat per investigar un dels temes més candents en la ciència de frontera. Un tema que involucra materials de gruix atòmic, fases quàntiques exòtiques com la superconductivitat, i equips d'última generació per sondejar les propietats fonamentals de la matèria.

En aquesta entrevista, la Carmen ens explica el camí que va seguir en la ciència de materials fonamentals i com finalment va aconseguir aquesta beca.

### **Acabes de guanyar una ERC Starting Grant. Pots resumir la idea del projecte a que aquesta donara suport?**

La idea es entendre per què aquesta nova família de materials anomenada materials de moiré es comporta de la manera que ho fa i no d'una altra. Els materials de moiré són cristalls de gruix atòmic (és a dir, materials bidimensionals o 2D) apilats els uns sobre els altres amb una lleugera rotació entre ells. Els àtoms d'aquestes capes creen aleshores un patró de moiré, el qual modifica profundament les propietats dels electrons que es mouen a través del material, donant lloc a fases exòtiques de la matèria com una superconductivitat no convencional. L'exemple més conegut és el grafe bicapa girat en l'angle màgic. Quan es col·loquen dues capes de grafe, cadascuna d'un sol àtom de gruix, una sobre l'altra amb un angle de rotació d'1,1 graus, el sistema en conjunt esdevé superconductor. No obstant això, les dues capes individuals no són superconductores per si soles. De manera similar, si s'escull un angle de torsió diferent, fins i tot si difereix només lleugerament, el sistema resultant tampoc és superconductor. Amb aquest projecte, volem entendre per què passa aquest fenomen i qui és el mecanisme físic que l'explica.

### **Per què t'interessen els materials 2D i per què vas triar aquest tema en particular?**

M'interessen els materials 2D perquè, en primer lloc, se suposava que les fases correlacionades com la superconductivitat i el magnetisme ni tan sols podien existir en dues dimensions. Però ara sabem que sí que existeixen, encara que sovint en formes que no

apareixen en altres materials tridimensionals. Per a mi, això és indicatiu d'un camp ple de possibilitats interessants.

De fet, el camp dels materials 2D girats és força nou. Els primers experiments es van dur a terme l'any 2018, així que encara hi ha moltes preguntes obertes, molt marge per a la recerca de frontera. Tanmateix, en només uns pocs anys, ja hem vist que la física en aquests materials és extraordinàriament rica. Tot gira entorn de la idea del comportament col·lectiu no es pot entendre el que passa en aquests materials centrant-nos només en les partícules individuals, sinó que cal considerar tot el conjunt d'electrons. Com a conseqüència, emergeixen moltes fases exòtiques interessants.

Perquè fa a aquest projecte en concret, el vaig triar precisament perquè queden moltíssims incògnites per resoldre. Per poder-ho fer, crec fermament que hem d'afrontar el problema des de diferents perspectives. Al meu grup abordarem aquestes preguntes des d'angles diferents, independents però complementaris, de manera que puguem construir una comprensió profunda de les fases quàntiques que emergeixen. **Un gran avenç seria descobrir una nova forma de superconductivitat que mai abans s'haguessin vist. Aquesta és la nostra gran aspiració.**

#### **Com planegeu, tu i el teu grup, aconseguir-ho? Quins són els principals passos que seguireu?**

Primer, necessitem fabricar aquests materials 2D girats i aconseguir que estiguin molt nets i uniformes. Després utilitzarem equips d'última generació, en particular un microscopi especial anomenat microscopi d'efecte túnel d'escombratge (Scanning Tunneling Microscope). Amb aquest microscopi es poden obtenir imatges dels àtoms i investigar les seves propietats electròniques a nivell local a temperatures per sota dels 100 mil·likelvin. Aquesta capacitat és essencial a l'hora d'investigar fases quàntiques, ja que aquestes només emergeixen a temperatures ultrabaixes.

#### **Suposo que cal temps per planificar un projecte de gran envergadura com aquest. Com i quan van sorgir aquesta idea científica i la metodologia corresponent?**

Ha estat un procés llarg. Durant el meu doctorat ja vaig començar a treballar en materials bidimensionals, i quan estava a punt de marxar a fer un postdoctorat, tot aquest camp dels materials 2D girats va explotar. Això va despertar la meua curiositat, de manera que en el meu postdoc vaig investigar a fons el grafe girat.

Quan vaig decidir que volia establir el meu propi grup de recerca, simplement em vaig dirigir cap a les qüestions obertes en el camp. Em vaig preguntar: quines són les principals incògnites d'avui dia? Al llarg d'aquests últims anys he anat construint aquest projecte al meu cap. Estic molt emocionada que l'ERC decidís finançar-lo, per submergir-me de ple en el projecte.

#### **Que significa per a tu i per al teu grup aquesta beca de l'ERC en termes de la recerca que**

**podreu dur a terme?**

Aquesta ERC es de gran importancia tant per al meu grup com per a mi. No crec que pogues dur a terme aquest projecte sense una beca tan prestigiosa. Això es deu no només als considerables recursos que requereix, en particular a l'alt cost de l'instrument, sinó també al fet que l'ERC Starting Grant ofereix cinc anys de suport continuat. En cinc anys si que tens l'oportunitat de realitzar experiments difícils i d'analitzar les dades en profunditat, podent així construir conclusions sòlides i profundes sobre la física subjacent.

En un sentit més ampli, l'ERC es una gran oportunitat perquè el meu grup creixi i desenvolupi investigació de frontera. Aquest projecte s'alinea molt bé amb els temes de recerca del meu grup, ja que nosaltres ens centrem en les noves fases que emergeixen en materials 2D, ja sigui en capes individuals, en capes girades o fins i tot en estructures més complexes. En aquest sentit, encaixa perfectament.

**M'agradaria acabar amb una pregunta més personal: quan vas saber que volies estudiar ciència i per que vas triar aquest camp específic?**

Sempre he estat una persona molt curiosa, des que era petita. Ara, amb perspectiva, crec que tot te sentit. Quan estudiava secundària, em vaig adonar que m'agradava la ciència; simplement la trobava interessant. Però, fins i tot a dia d'avui, continuament em pregunto per que la natura es comporta com ho fa. La física es qui em te el cor robat ara, però en última instància es tracta de tenir curiositat i d'intentar entendre com funciona el món. Molt sovint penso que, potser, en una altra vida, sere antropòloga.

Al final, però, em vaig decantar per la física. Un cop completada la carrera, em vaig endinsar en els materials 2D perquè en la física fonamental pots dedicar el teu temps a preguntar-te per que el teu objecte d'estudi es comporta d'una certa manera. Més específicament, **en el meu camp intentem** aïllar el sistema tant com podem col·locant els materials sota condicions de buit ultra-alt i a temperatures molt baixes. D'aquesta manera eliminem qualsevol pertorbació per tal de revelar que s'hi amaga al darrere, **peraccedir a allò desconegut**.



Imatge de la Carmen Rubio-Vedu. Credit: ICFO.