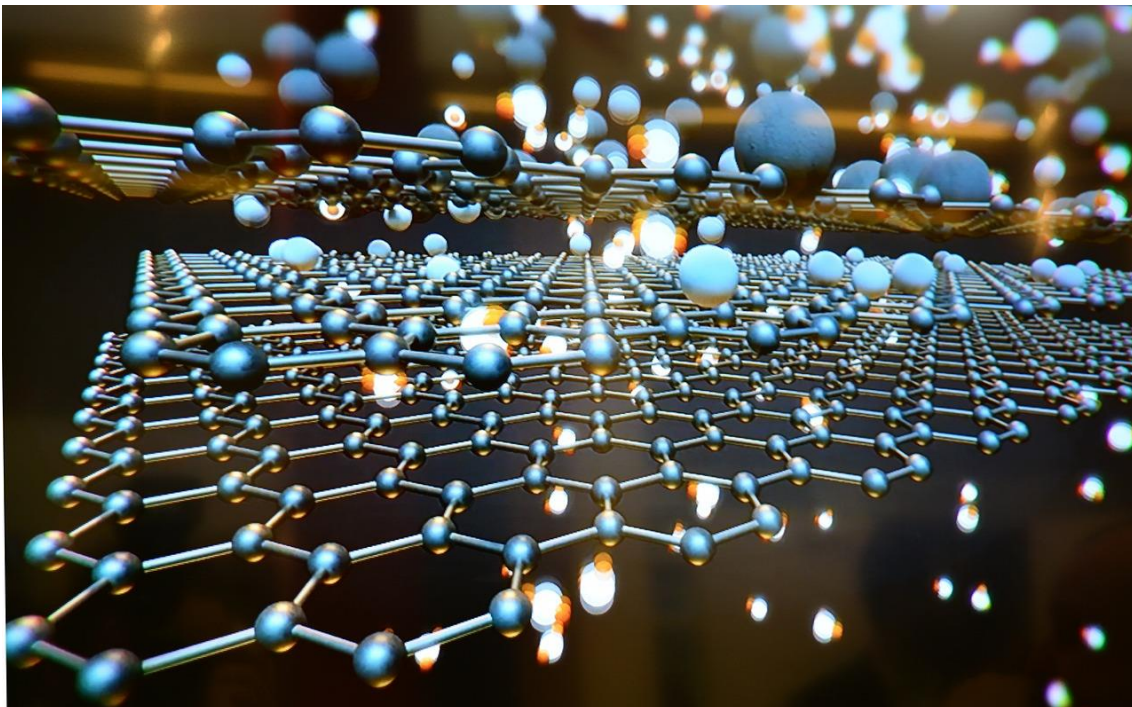




Madrid, martes 23 de mayo de 2023

Una nueva teoría explica la superconductividad en tricapas de grafeno giradas

- El estudio, elaborado por científicos del CSIC, sienta las bases para entender los mecanismos de determinados materiales superconductores no convencionales
- La propuesta rompedora de estos investigadores incluye un mecanismo basado en la interacción electrón-electrón, dominante en materiales de carbono como el grafeno



El grafeno es un material compuesto por la agrupación de átomos de carbono que se posicionan hexagonalmente. / Pixabay

Un estudio liderado por investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) logra explicar los aspectos esenciales de la superconductividad (la capacidad que tienen ciertos materiales para conducir corriente eléctrica sin pérdida de

energía) en tricapas de grafeno giradas, que se consiguen al rotar tres capas de grafeno empleando un ángulo muy preciso. Los resultados, [publicados en la revista *Nature Communications*](#), sientan las bases para entender cómo funcionan determinados superconductores no convencionales, los cuales todavía escapan a la comprensión de la comunidad científica.

Hace cinco años, investigadores del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) liderados por el físico valenciano **Pablo Jarillo-Herrero** descubrieron que era posible cambiar las propiedades electrónicas del grafeno alterando de una forma muy precisa, casi mágica, el ángulo de rotación entre dos de sus capas. El grafeno, un material compuesto por la agrupación de átomos de carbono que se posicionan hexagonalmente, pasaba de esta manera a convertirse en un superconductor, capaz de transportar electricidad sin disipar energía, muy peculiar.

“La superconductividad, un fenómeno usual en metales como el mercurio, el litio o el titanio cuando son sometidos a bajas temperaturas, puede entenderse por el apareamiento de electrones (en parejas denominadas pares de Cooper) debido a la interacción de los electrones con las vibraciones o fonones de la red atómica. Sin embargo, en las capas de grafeno giradas, hay evidencia de que la superconductividad no puede sustentarse en dicho mecanismo convencional, lo que ha dificultado hasta ahora los esfuerzos teóricos para encontrar una explicación”, explica **José González Carmona**, investigador del CSIC en el Instituto de Estructura de la Materia (IEM-CSIC).

Ahora, **González Carmona** y **Tobias Stauber**, del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM-CSIC), proponen una construcción teórica que incluye un mecanismo no convencional de superconductividad, basado en la propia interacción electrón-electrón, dominante en materiales de carbono como el grafeno. Este tipo de apareamiento entre electrones confiere una gran estabilidad, ya que evita que los pares de Cooper sean destruidos por determinados campos magnéticos, algo que puede ocurrir con la superconductividad convencional. “La idea que proponemos es rompedora para estos materiales de carbono, y conduce a una superconductividad con un carácter especial, llamada de tipo Ising en sistemas bidimensionales similares”, resalta **González Carmona**.

Los científicos, que han utilizado los recursos del Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) y el clúster de supercomputación Drago, instalado en el campus central del CSIC en Madrid, se han servido de herramientas computacionales para diseñar este método con una alta fiabilidad y capaz de describir el total de número de átomos (en torno a 8.000 en la celda unidad de las tricapas giradas). “El modelo con el que hemos tratado las capas de grafeno giradas, que nos ha permitido capturar los detalles a nivel atómico, ha sido fundamental para encontrar la clave del nuevo mecanismo de superconductividad que proponemos”, indica **Stauber**.

Hacia los superconductores a temperatura ambiente

Nada más conocerse el hallazgo de **Jarillo-Herrero**, la comunidad científica observó semejanzas entre la superconductividad en las capas de grafeno giradas y el comportamiento de otro tipo de materiales: los óxidos de cobre superconductores de alta temperatura. “Estos materiales llevan desafiando una explicación teórica

convinciente desde hace más de 30 años. Tanto en este caso como en el del grafeno, estamos hablando de materiales que implican nueva física, por lo que es importante encontrar la vía hacia un nuevo paradigma con el que englobar un conjunto de sistemas donde es la interacción electrón-electrón la que dicta las propiedades, en lugar de la interacción electrón-fonón”, indica Stauber.

Actualmente, los materiales superconductores se encuentran todavía lejos de temperaturas fácilmente accesibles, una condición que dificulta que lleguen plenamente al mercado. Por eso, los físicos de la materia condensada siguen buscando lograr superconductividad a temperatura ambiente.

“Nuestra construcción teórica -señala **González Carmona**- puede llegar a abrir el camino hacia la comprensión de un nuevo mecanismo de superconductividad, que escapa a la descripción convencional. Esta nueva física es demandada por los óxidos de cobre, que en su día se vieron como una posibilidad de lograr superconductividad a temperatura ambiente. Esta sigue siendo una meta muy atrayente dentro de la física de la materia condensada, que puede requerir de nuevos paradigmas como el que nosotros proponemos con nuestra investigación”.

J. González & T. Stauber. **Ising superconductivity induced from spin-selective valley symmetry breaking in twisted trilayer graphene.** *Nature Communications*. DOI: [10.1038/s41467-023-38250-w](https://doi.org/10.1038/s41467-023-38250-w)

Alda Ólafsson / CSIC Comunicación

comunicacion@csic.es