

Investigadors de l'ICMAB identifiquen vibracions atòmiques a la frontera entre dos materials que podrien explicar una forma de superconductivitat

- **Les vibracions es localitzen a la interfície entre dos materials i podrien estar implicades en el mecanisme que permet que l'electricitat flueixi sense pèrdues**

Cerdanyola del Vallès, 15 de setembre de 2026 - La superconductivitat és una de les principals àrees de recerca en materials actualment pel seu gran potencial per a la transició energètica. Malgrat dècades d'investigació, encara no està del tot clar per què algunes interfícies entre materials desenvolupen aquesta propietat. Ara, un equip internacional amb la participació d'investigadors de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) ha identificat, per primera vegada, un conjunt de vibracions atòmiques que apareixen únicament en aquestes interfícies i que podrien tenir un paper important en aquest fenomen. Els resultats de l'estudi s'han publicat a *Nature Materials*.

Aquesta recerca s'ha dut a terme en col·laboració amb la University of Chinese Academy of Sciences, el Nanomaterials and Nanotechnology Research Center (un centre en què participa la Universitat d'Oviedo), l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia, l'École Supérieure de Physique et de Chimie de Paris i la Chalmers University of Technology.

Una nova peça d'un trencaclosques científic

La superconductivitat és un fenomen en què alguns materials poden conduir el corrent elèctric sense resistència i, per tant, sense pèrdues d'energia. Tot i que es coneix des de fa més d'un segle, la comunitat científica encara debat els mecanismes que la provoquen en alguns materials. Un dels exemples més intrigants és el fenomen que apareix a la frontera entre determinats òxids: una capa de només uns quants àtoms de gruix en què emergeixen propietats que no existeixen en cap dels dos materials per separat.

Els autors d'aquest estudi han investigat dos òxids que, per si sols, són aïllants, però que se sap des de fa temps que, quan s'uneixen, generen una interfície de només uns quants àtoms d'amplada que esdevé superconductora. «Són dues roques avorrides que, per si soles, són aïllants, però quan entren en contacte generen una interfície que és conductora i, a temperatures molt baixes, fins i tot superconductora», explica Jaume Gázquez, un dels autors de l'estudi.

Des de fa temps se sap que les vibracions de la xarxa atòmica poden tenir un paper important en l'aparició de la superconductivitat. Ara, els resultats d'aquest treball mostren que la xarxa atòmica vibra de manera diferent precisament allà on els dos materials entren en contacte. Aquesta vibració queda confinada a la mateixa regió de la interfície on apareix la superconductivitat. Aquesta correlació suggereix que aquestes vibracions podrien estar relacionades amb el fenomen.

Aquesta troballa, per si sola, no demostra l'origen de la superconductivitat, però aporta una dada important per comprendre-la. Els investigadors en materials saben des de fa temps

que les vibracions atòmiques poden influir en el comportament dels electrons. «Els àtoms vibren d'una manera especial a la interfície, però no ho fan lluny d'aquesta. Això no s'havia identificat mai abans; és una cosa nova i molt rellevant», afegeix l'investigador Gervasi Herranz.

Un pas més per comprendre la superconductivitat

Malgrat la importància del descobriment, els investigadors subratllen que el treball, per si sol, no resol el misteri d'aquestes interfícies conductores. En canvi, proporciona informació que fins ara no estava disponible i que podria ajudar a aclarir els mecanismes implicats en la formació dels anomenats parells de Cooper: parells d'electrons que es formen en alguns materials en condicions especials i que fan possible transportar l'electricitat sense pèrdues.

Perquè apareguin els parells de Cooper, algun mecanisme ha de promoure l'aparellament dels electrons. Una hipòtesi és que les vibracions atòmiques hi puguin estar implicades. La nova observació reforça aquesta possibilitat, tot i que no ho demostra de manera concloent: «No podem establir inequívocament que la superconductivitat en aquest cas sigui causada per aquest mode de la interfície», explica Gervasi Herranz. «Però el que és molt important és que això no s'havia identificat mai abans.»

Els investigadors consideren que aquesta observació proporciona una nova pista per comprendre com emergeix aquest comportament en sistemes com aquests, en què els electrons estan confinats en capes extremadament primes. A més, els autors continuen estudiant aquest fenomen en altres materials, i és possible que no sigui exclusiu de la combinació investigada en aquest treball. «És una peça d'un trencaclosques que encara està incomplet», resumeix Jaume Gázquez.

Veure com es mouen els àtoms: un repte que fins fa poc era impossible

Un aspecte important de la rellevància d'aquest treball és la metodologia. Per observar aquestes vibracions, els autors han utilitzat microscòpia electrònica avançada amb una resolució suficient per estudiar el comportament dels àtoms individuals i, en particular, els seus modes vibracionals locals. Això ha fet possible observar diferències locals que les tècniques convencionals només podien detectar a escala global.

Poc abans d'aquesta publicació, un equip format pràcticament pels mateixos investigadors havia presentat una metodologia capaç d'observar l'estructura electrònica àtom per àtom. Ara, aquest mateix compromís amb la resolució a escala atòmica també permet estudiar les vibracions atòmiques amb un nivell de detall sense precedents.

Els investigadors esperen aplicar aquest enfocament a altres sistemes superconductors per determinar si aquests modes vibracionals de la interfície són un fenomen general o una característica particular d'aquest tipus de material.

Article de referència

Electron–phonon coupling and symmetry breaking in superconducting oxide interfaces near ferroelectric quantum criticality

Guzman, R., Pruneda, M., Nery, J. P., Xu, M., Li, A., Wittemeier, N., Li, A., Singh, G., Bergeal, N., Kalaboukhov, A., Herranz, G., Gazquez, J., & Zhou, W.

Nature Materials, 2026

DOI: [10.1038/s41563-026-02647-x](https://doi.org/10.1038/s41563-026-02647-x)