



Adán Cabello y Jian-Wei Pan, en Estocolmo en junio de 2019, en una imagen cedida por la Universidad de Sevilla.

Un equipo chino y español culmina una comprobación fundamental para el desarrollo de la computación y la observación de fenómenos teóricos

El papel clave en física cuántica del número complejo

RAÚL LIMÓN, Sevilla
Cualquier avance en computación cuántica multiplica el potencial de una tecnología capaz de ejecutar cálculos y simulaciones que son imposibles con los ordenadores actuales y facilitar el estudio de fenómenos que hasta ahora solo eran teóricos. El año pasado, un grupo de investigadores, con participación española, planteó en *Nature* que una alternativa a la teoría cuántica basada en números reales puede ser falsificada experimentalmente. La propuesta original abrió un desafío. Una investigación liderada por el científico chino más relevante en este campo, Jian-Wei Pan, y con la participación del físico de la Universidad de Sevilla Adán Cabello, ha demostrado “el papel indispensable de los números complejos [raíz cuadrada de menos uno, por ejemplo] en la mecánica cuántica estándar”. Los resultados permiten avanzar en el desarrollo de computadoras que usan esta tecnología y, según Cabello, “comprobar la física cuántica en regiones que eran inaccesibles hasta ahora”.

Jian-Wei Pan, de 51 años, graduado en la Universidad de Ciencia y Tecnología de China (USTC) en 1987 y doctorado en la Universidad de Viena, dirige uno de los mayores y más exitosos grupos de investigación cuántica del mundo. El Nobel de Física Frank Wilczek lo describió como “una fuerza de la naturaleza”. Sobre él, su director de tesis en la Universidad de Viena, el físico Anton Zeilinger, ha manifestado: “No puedo imaginar la aparición de la tecnología cuántica sin Jian-Wei Pan”.

Su liderazgo en el hallazgo ha sido fundamental. Así lo resume: “El experimento puede verse como un juego entre dos participantes: mecánica cuántica de valor real frente a mecánica cuántica de valor complejo. El juego se desarrolla en una plataforma de una computadora cuántica con cuatro circuitos superconducto-

res. Al enviar bases de medición aleatorias y medir el resultado, se obtiene la puntuación del juego, que es una combinación matemática de las bases de medición y el resultado. La regla del juego es que la mecánica cuántica de valor real se descarta si la puntuación del juego supera los 7,66, que es el caso de nuestro trabajo”.

El experimento, recogido por *Physical Review Letters*, ha sido desarrollado por un equipo de la USTC y de la Universidad de Sevilla para responder a una pregunta fundamental: ¿Son realmente necesarios los números complejos para la descripción mecánica cuántica de la naturaleza? Los resultados excluyen una alternativa de la física cuántica estándar que usa solo números reales.

Representar la realidad

Jian-Wei Pan explica: “Los físicos utilizan las matemáticas para describir la naturaleza. En la física clásica, el número real parece completo para describir la realidad física en todos los fenómenos clásicos, mientras que el número complejo solo se emplea a veces como una herramienta matemática conveniente. Sin embargo, si el número complejo es necesario para representar la teoría de la mecánica cuántica sigue siendo una pregunta abierta. Nuestros resul-

La tecnología podrá usarse, por ejemplo, para estudiar mejor las partículas

La comprensión de reacciones químicas complejas ayudará a diseñar fármacos

Un Nobel describió al investigador jefe como “una fuerza de la naturaleza”

tados refutan la descripción numérica real de la naturaleza y establecen el papel indispensable del número complejo en la mecánica cuántica”.

“Más allá del interés que tiene excluir una alternativa concreta”, añade Cabello, “la importancia del experimento es que muestra cómo un sistema de qubits superconductores [los que se usan en los ordenadores cuánticos] permite comprobar predicciones de la física cuántica que son imposibles de comprobar en los experimentos que veníamos haciendo hasta ahora. Esto abre un abanico muy interesante de posibilidades, porque hay docenas de predicciones interesantes que nunca hemos podido comprobar, ya que requieren un muy buen control sobre varios qubits. Ahora vamos a poder ponerlas a prueba”.

Chao-Yang Lu, coautor del experimento, añade: “La aplicación más prometedora a corto plazo de los ordenadores cuánticos es la comprobación de la propia mecánica cuántica y el estudio de los sistemas de muchos cuerpos”.

El descubrimiento aporta un camino para avanzar en el desarrollo de las computadoras cuánticas y una nueva forma de aproximarse a la naturaleza para entender los comportamientos e interacciones de partículas a nivel atómico y subatómico.

En este sentido, Cabello avanza que “cuando los ordenadores cuánticos sean suficientemente grandes y tengan miles o millones de qubits, permitirán comprender reacciones químicas complejas que ayuden a diseñar nuevos fármacos y mejores baterías o a hacer simulaciones que lleven a desarrollar nuevos materiales o cálculos que permitan optimizar los algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático que se usan en logística, ciberseguridad y finanzas, o que permitan descifrar los códigos en los que se basa la seguridad de las comunicaciones actuales”.