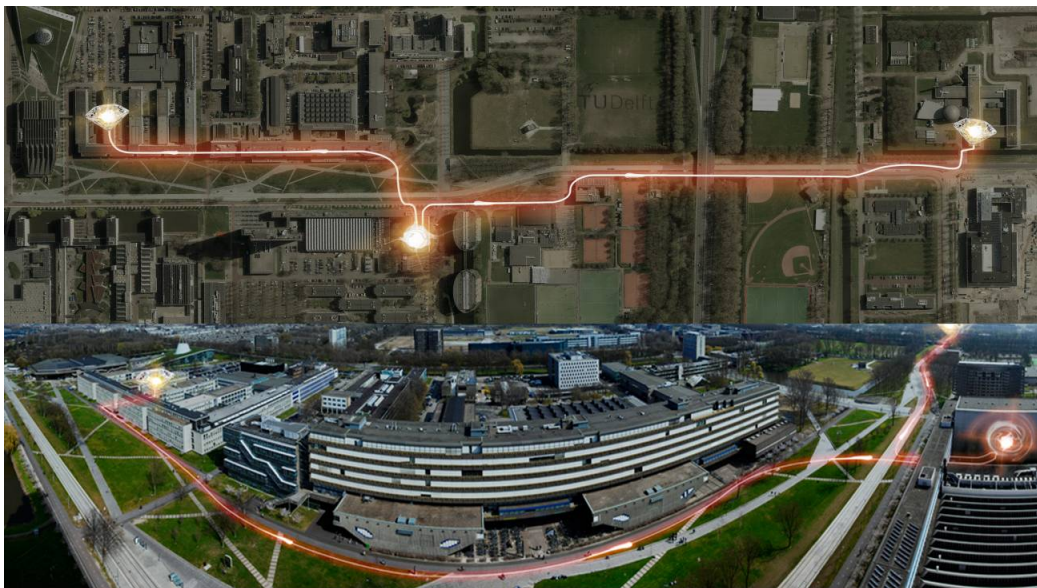


Un experimento detecta la acción fantasmagórica que Einstein rechazaba

La teoría cuántica predice que la observación de un objeto puede afectar justo en ese momento a otro, aunque esté en la otra punta del universo, un fenómeno en el que Einstein no creía. Pero se acaba de conseguir que dos electrones, separados 1,3 kilómetros en el campus de la Universidad Técnica de Delft (Holanda), se comuniquen de forma 'invisible' e instantánea. El avance, en el que ha participado el Instituto de Ciencias Fotónicas de Barcelona, se puede aplicar en criptografía cuántica, pero también confirma lo extraño que es nuestro universo.

SINC

22/10/2015 14:00 CEST



Campus de la Universidad Técnica de Delft (Países Bajos) donde se han vinculado de forma cuántica dos electrones situados en dos laboratorios distintos a 1,3 km de distancia. También se muestra una estación de medición intermedia /. Slagboom en Peters BV

En 1935 Albert Einstein ya planteaba que los objetos de la naturaleza solo están influenciados por su entorno más próximo, o bien por 'variables ocultas' que los pudieran relacionar si están más lejos. Con lo que no estaba de acuerdo es con una predicción de la teoría cuántica, a la que llamó 'acción fantasmagórica' (*spooky action*), relativa a que dos objetos muy distanciados se puedan comunicar de forma instantánea. En principio, no se puede transmitir información a velocidades superiores a la de luz.

Dos electrones separados 1,3 km se han comunicado de forma 'invisible' e instantánea

Desde entonces los científicos no han dejado de debatir e idear experimentos para aclarar este misterio. En 1964 el científico John Bell propuso un [teorema](#) y una metodología para demostrar que el planteamiento cuántico está en lo cierto y que las variables ocultas de Einstein no existen. Esta vía se ha intentado una y otra vez, pero siempre quedaba alguna laguna o vacío (*loophole*, en inglés) que podía invalidarla desde el punto de vista científico.

Ahora, por fin, un equipo de científicos dirigido por el profesor Ronald Hanson de la Universidad Técnica de Delft (Holanda), parece que ha conseguido la prueba definitiva: un test de Bell sin ninguna laguna. Así se ha logrado que dos electrones separados más de un kilómetro en el campus de su universidad mantengan una conexión 'invisible' e instantánea, es decir, se demuestra que la acción fantasmagórica es real.

Los complejos detalles del estudio se publican esta semana en la revista *Nature*, pero en esencia, el experimento ha consistido en 'entrelazar' a dos electrones atrapados en dos diamantes, que estaban en laboratorios alejados a 1.280 m de distancia, y después registrar la orientación de su spin o giro. El [entrelazamiento](#) es una misteriosa propiedad cuántica para 'poner de acuerdo' a las partículas.

video_iframe

Cuando se observaron los electrones en el experimento, estas partículas se orientaban de forma aleatoria pero, sin embargo, ambas parecían entenderse muy bien. De hecho, tan bien, que es imposible que hayan tenido orientaciones preestablecidas, como sugería Einstein que podría pasar.

Este comportamiento de 'entendimiento' solo es posible si los electrones se comunican entre sí, algo muy sorprendente si estaban a casi 1,3 km de distancia. Además, las mediciones se hicieron de forma tan rápida que no hubo ni tiempo para que los electrones pudiesen transmitir información entre

ellos, ni siquiera con una señal viajando a la velocidad de la luz.

La tecnología del experimento se puede aplicar a la criptografía cuántica para mejorar la seguridad en las comunicaciones

Esto pone en duda el denominado 'realismo local' de Einstein, el que postula que el universo obedece a leyes, no al azar, y que dos objetos suficientemente alejados no pueden interactuar entre sí, solo individualmente por su entorno inmediato. Pero las orientaciones de los electrones estudiados son reales, así que estas partículas se han comunicado de alguna manera, y lo han hecho más rápido que la luz.

Y para excluir la posibilidad de que existan las variables ocultas de Einstein, los científicos han tenido que resolver o cerrar a la vez dos *loopholes*, algo que no se había logrado hasta ahora. Uno es el de detección, para tener una muestra estadísticamente significativa de correlaciones entre las partículas. Era imprescindible un ratio superior al 75% y se ha conseguido el 80%, con 245 ensayos exitosos.

El otro es el vacío o *loophole* de localidad, para descartar que las partículas y los detectores estén tan cerca que puedan comunicarse (por eso se separaron más de un kilómetro) y garantizar que existe aleatoriedad en los datos.

Tecnología española en el experimento

Para resolver este aspecto, el equipo de científicos de Delft buscó ayuda en los investigadores del Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) de Barcelona, quienes tienen el récord en haber desarrollado un equipo que genera los números aleatorios cuánticos más rápidos hasta la fecha.

El ICFO diseñó un par de 'datos cuánticos', que produjeron un bit aleatorio extremadamente puro para cada medición realizada en el experimento. Los bits se produjeron en unos 100 nanosegundos, el tiempo que tarda la luz en viajar únicamente 30 metros, y por tanto un tiempo insuficiente para que los

electrones puedan comunicarse entre sí.

“Los dos laboratorios se separaron una distancia de 1,3 km, de tal manera que la información (que puede viajar como mucho a la velocidad de la luz) tardaría unos 400 microsegundos en llegar al otro laboratorio. En este tiempo deben realizarse todas las medidas, si no, el *loophole* de localidad no se cierra”, explica a Sinc Carlos Abellán, investigador en el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) y coautor del estudio.

“Y Delft nos pidió ir más allá de la frontera de dispositivos de última tecnología en generación de números aleatorios. Nunca antes un experimento ha requerido de números aleatorios tan buenos y en tan poco tiempo”, destaca el científico.

A nivel práctico, Abellán señala que el sector más beneficiado por el estudio es el de la criptografía cuántica: “En los últimos años se está avanzando para que la seguridad se pueda garantizar de manera totalmente independiente al equipamiento que se use. En otras palabras, si el espía que quisiera robar nuestra información fuera el fabricante de nuestro ordenador, no hay nada que este pudiera hacer para hackearnos”.

Por su parte, otro de los autores, el profesor Morgan Mitchell del ICFO, añade: “Trabajar en este experimento nos empujó a desarrollar tecnologías que ahora definitivamente podemos aplicar para mejorar la seguridad en las comunicaciones y la informática de alto rendimiento, u otras áreas que requieran de números aleatorios de alta calidad y a una velocidad muy alta”.

En cualquier caso, el experimento de Delft ha refutado de forma casi perfecta la visión del mundo de Einstein sobre que 'nada' viaja más rápido que la luz, e



Generador de números cuánticos aleatorios más rápido del mundo e ilustración del fenómeno de entrelazado entre electrones. / ICFO

incluso su famosa frase: "Dios no juega a los dados". Al menos uno de estos supuestos debe estar equivocado, y el universo parece que es mucho más extraño de lo que podemos percibir. De hecho, las leyes que lo gobiernan podrían regirse por el azar, por el lanzamiento de dados.

video_iframe

Referencia bibliográfica:

B. Hensen, H. Bernien, A. E. Dréau, A. Reiserer, N. Kalb, M. S. Blok, J. Ruitenber, R. F. L. Vermeulen, R. N. Schouten, C. Abellán, W. Amaya, V. Pruneri, M. W. Mitchell, M. Markham, D. J. Twitchen, D. Elkouss, S. Wehner, T. H. Taminiau & R. Hanson. "Loophole-free Bell inequality violation using electron spins separated by 1.3 kilometres" *Nature*, 21 de octubre de 2015. DOI: 10.1038/nature15759.

Los investigadores del ICFO que han desarrollado el generador de números aleatorios cuánticos más rápido hasta la fecha son Carlos Abellan, Waldimar Amaya, Valerio Pruneri y Morgan Mitchell.

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

MECÁNICA CUÁNTICA | PARTÍCULAS | ENTRELAZAMIENTO | EXPERIMENTO |
FÍSICA | CUÁNTICA | EINSTEIN |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

