

Nota de prensa

22/09/2017

Bailando no se ganan carreras

Un equipo internacional de físicos del DIPC y la UPV/EHU, junto con científicos de varias Universidades Alemanas, consiguen cronometrar con extrema precisión la emisión de electrones y explicar por qué los más rápidos terminan llegando los últimos.

El trabajo publicado esta semana en *Science*, nos adentra un poco más en la comprensión de una nueva frontera de la física, el reino del attosegundo.

Imaginen una carrera de 100 metros en la que participa Usain Bolt, el hombre más rápido de la historia, en plena forma. Imaginen los músculos en tensión, el pistoletazo de salida y los escasos diez segundos que transcurren hasta cruzar la línea de meta. E imaginen la sorpresa al descubrir que Usain Bolt, aun siendo el más rápido, llega en último lugar, unos segundos después que el resto de corredores. Y que la razón de que pierda la carrera es que el bueno de Usain ha decidido marcarse unos pasos de baile antes de echar a correr.

Aunque parezca mentira, esto es lo que ocurre en el reino del attosegundo, en carreras entre electrones que transcurren en intervalos de tiempo de trillonésimas de segundo. En un artículo que se publica esta semana en la revista *Science*, científicos del Donostia International Physics Center (DIPC), del Centro de Física de Materiales (CFM, centro mixto de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU, y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC), así como de la Universidad de Bielefeld (Alemania), entre otras instituciones, han conseguido cronometrar el tiempo que tardan en llegar electrones emitidos desde un sólido y explicar por qué los electrones más rápidos se retrasan y terminan llegando los últimos. Han visto que se quedan bailando.

En 1905, Albert Einstein ya describió el efecto fotoeléctrico, el proceso por el cual la luz, al incidir sobre la materia, excita cargas negativas, es decir, electrones. Estos electrones pueden de hecho generar una corriente eléctrica, como sucede en las células fotoeléctricas que controlan las puertas de los ascensores o en los paneles de energía solar. El grupo de Walter Pfeiffer y Ulrich Heinzmann utiliza en su laboratorio de Bielefeld sofisticados pulsos de luz láser que, combinados de forma ingeniosa, sirven para medir el tiempo que tarda un electrón en salir de un material después de haber sido excitado gracias al efecto

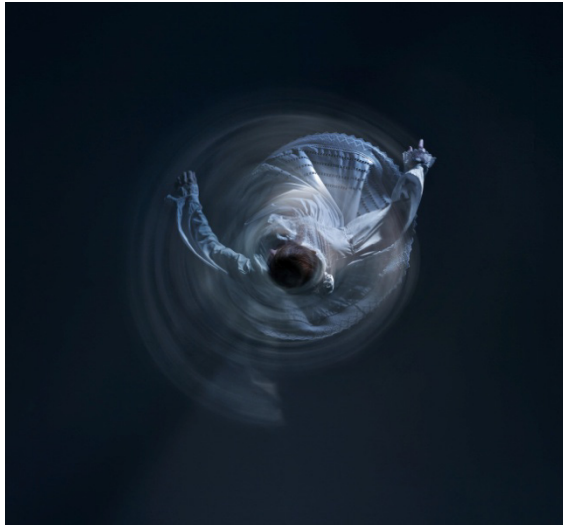
fotoeléctrico. Estas medidas son además capaces de diferenciar entre electrones provenientes de distintos átomos y de distintos estados cuánticos, como si se tratasen de calles diferentes en una carrera de velocidad. Lo sorprendente fue encontrar que era el remedo de Usain Bolt, el electrón más rápido, el que en principio debería ganar la carrera, el que llegaba al detector en último lugar.

La explicación de este inesperado comportamiento emergió gracias a los complejos cálculos numéricos realizados por un equipo de investigadores en Donostia / San Sebastián, liderados por Pedro Miguel Echenique, Presidente del DIPC y catedrático de la UPV/EHU, y Andrey Kazansky, Profesor Ikerbasque en la UPV/EHU y el DIPC. Estos cálculos mostraban que, en el momento de empezar su carrera, cada uno de estos electrones tenía que superar una barrera de energía, la barrera centrífuga, específica para cada estado cuántico, para cada “calle” en nuestro símil atlético. Y curiosamente eran los electrones más rápidos los que se habían encontrado con barreras de energía más altas. Estos electrones eran incapaces de superar estas barreras a la primera, con lo que permanecían un cierto tiempo confinados, “bailando” alrededor de los núcleos atómicos, antes de poder emprender la fuga. La carrera de cien metros lisos era en realidad una carrera de obstáculos, pero con vallas de diferente altura en cada calle.

El artículo publicado en la prestigiosa revista *Science* muestra que, más de cien años después de los trabajos de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico, nuestra comprensión de este fenómeno en sólidos no es todavía completa. Pero lo que también muestra este trabajo es que los nuevos equipos experimentales nos están llevando a una nueva frontera de la física, al mundo del attosegundo, la trillonésima parte de un segundo. Un attosegundo es a un segundo lo que un segundo es a la edad del universo (14.000 millones de años).

En las últimas décadas hemos vivido avances impresionantes en la miniaturización de componentes tecnológicos gracias, en gran parte, al conocimiento alcanzado sobre sistemas de tamaños cada vez más pequeños. Avances similares podrían producirse si avanzamos en el estudio de los fenómenos que aparecen al reducir una dimensión distinta, aunque relacionada: el tiempo. Si bien intervalos de attosegundos son tiempos sumamente cortos, son los que constituyen el límite de velocidad para los procesos electrónicos del futuro. Los avances tecnológicos en este campo dependerán de nuestra capacidad para estudiar fenómenos que se producen en estas escalas de tiempo y controlar el transporte de los electrones en distintos dispositivos con precisión de attosegundos. Entender por qué, antes de echar a correr, a unos electrones les gusta bailar y a otros no, es un paso más en esta dirección.

Imagen



Fotografía que ilustra el símil de un electrón atrapado “bailando” alrededor del núcleo atómico.
Créditos - Fotografía: López de Zubiría / Dirección de arte: Santos Bregaña / Bailarina: Itsaso Gabellanes.

Referencia bibliográfica

"Angular momentum-induced delays in solid-state photoemission enhanced by intra-atomic interactions". Fabian Siek, Sergej Neb, Peter Bartz, Matthias Hensen, Christian Strüber, Sebastian Fiechter, Miquel Torrent-Sucarrat, Vyacheslav M. Silkin, Eugene E. Krasovskii, Nikolay M. Kabachnik, Stephan Fritzsche, Ricardo Díez Muiño, Pedro M. Echenique, Andrey K. Kazansky, Norbert Müller, Walter Pfeiffer, Ulrich Heinzmann. *Science* (2017). DOI: [10.1126/science.aam9598](https://doi.org/10.1126/science.aam9598).