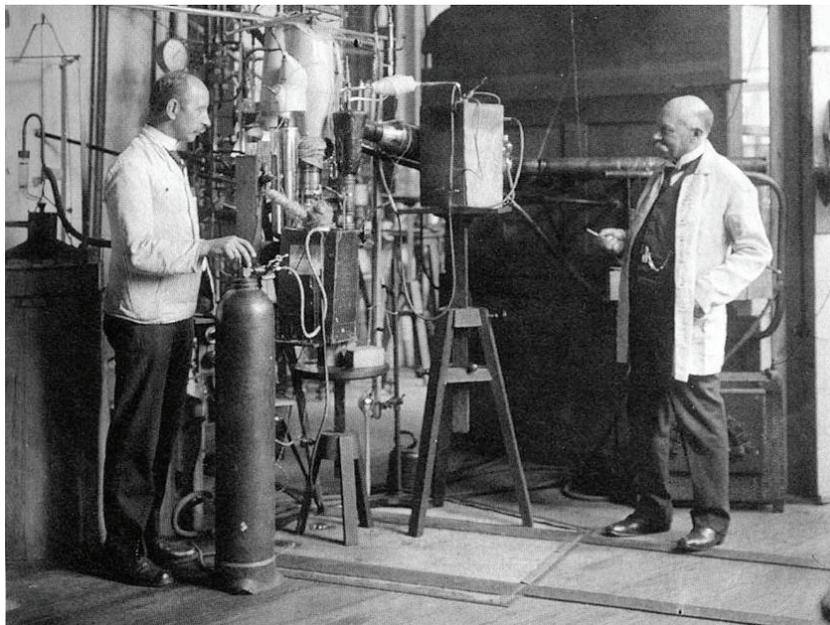


UNA SIESTA IMPORTANTE

La superconductividad, futuro de la electrónica

Definitivamente algo no acababa de funcionar. No podía ser que el mercurio no opusiera resistencia al paso de la corriente eléctrica a temperaturas tan bajas como las del helio líquido. Había que repetir el experimento de nuevo, pero el estudiante de ingeniería encargado de controlar la presión del sistema se durmió...

Por **Luis Carlos PARDO/Munich**, doctor en Ciencias Físicas por la UPC
 luis.carlos.pardo@upc.edu



Heike Kamerlingh Onnes (derecha), en su laboratorio de la Universidad de Leiden

Corría el año 1911 cuando nuestro estudiante, Heike Kamerlingh Onnes, se quedó dormido en el laboratorio. El descuido provocó un incremento paulatino de la temperatura del mercurio. La sorpresa fue mayúscula cuando, en una pequeña habitación situada a 50 metros, el encargado de medir la corriente eléctrica que atravesaba el mercurio vio como ésta disminuía repentinamente a una temperatura por encima de exactamente 4,2° Kelvin (unos -269° C). No había, pues, duda alguna: la resistencia del mercurio era nula a bajas temperaturas. La superconductividad había nacido.

A partir de ese momento, Kamerlingh Onnes se dedicó a estudiar este sor-

prendente fenómeno de la naturaleza, que acabó valiéndole el premio Nobel poco después, en 1913. Se preguntó, por ejemplo, qué sucedería al dar un empujón inicial a los electrones, cuyo movimiento causa la electricidad, dentro de un anillo enfriado por debajo de 4,2° Kelvin. Al realizar el experimento vio que, como había intuido, la corriente no paraba a menos que aumentara su temperatura: es decir, podía almacenar electricidad indefinidamente. De nuevo la naturaleza se empeñaba en plantear una pregunta difícil: ¿por qué los electrones, a bajas temperaturas, no chocaban en su camino con ningún obstáculo?

TORRENTE DE ELECTRONES

Los metales son materiales excepcionales, ya que los electrones están tan débilmente unidos a sus núcleos que pasan a compartirse por todos los átomos del material (ver "VideoPopular" 112). De hecho, si pudiéramos reducirnos a escala microscópica y pasearnos por el interior de un metal, veríamos una nube de pequeños electrones volando a velocidades increíbles, chocando con gigantescos átomos animados por un movimiento de vibración, que haría que los viéramos borrosos. Aplicando un campo eléctrico, los electrones empezarían a moverse en una dirección, colisionando con los átomos en su camino. Al disminuir la temperatura, el movimiento de vibración de los átomos disminuiría y se harían menos "borrosos", de manera que la probabilidad de que un electrón chocara con un átomo también bajaría. Macroscópicamente nos damos cuenta de que esta imagen es correcta, ya que al disminuir la temperatura, la resistencia eléctrica disminuye. Pero incluso a temperaturas muy bajas, es evidente que los electrones deberían chocar con los átomos, es decir, la superconductividad no puede existir... Pero existe.

PAQUETES DE ENERGÍA

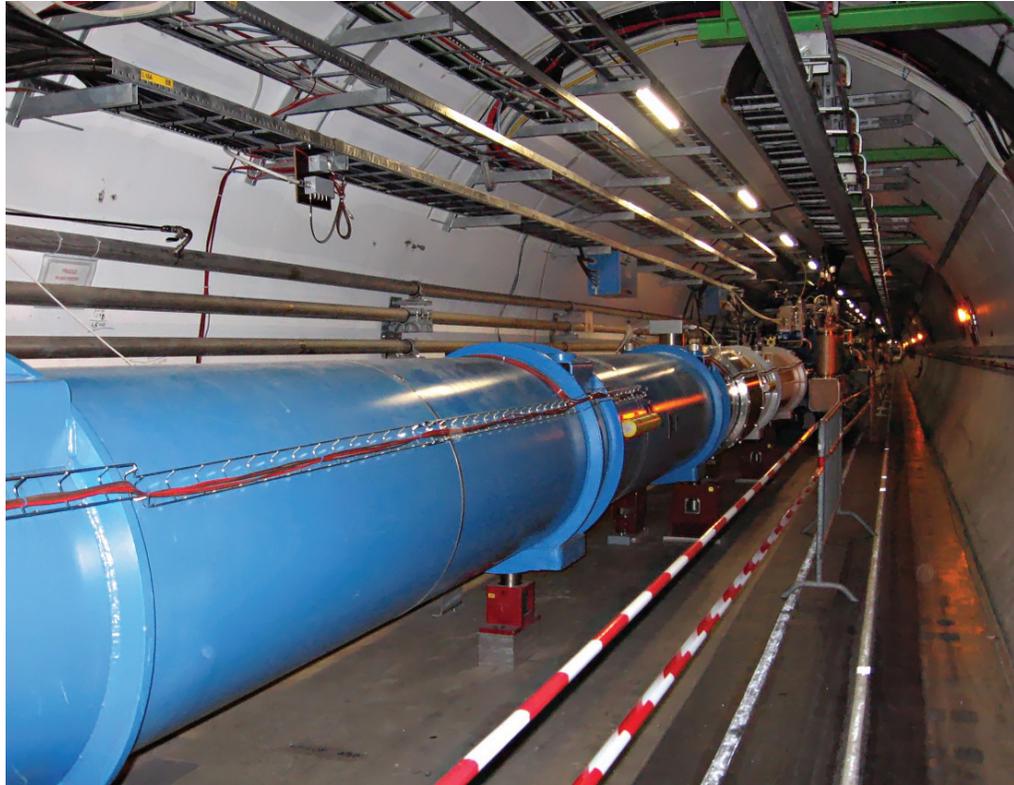
Para hacernos una idea de la cantidad de átomos que forma nuestro cuerpo, deberíamos tener la paciencia de escribir un 1 seguido de 23 ceros, átomo

más, átomo menos. Esto significa que todo aquello que pueden percibir nuestros sentidos involucra a una enorme cantidad de átomos. Los efectos cuánticos que rigen las leyes de las partículas permanecen, por tanto, invisibles a nuestros ojos.

Volvamos a reducir nuestro tamaño de nuevo, y echemos una partida de billar. Si golpeamos fuertemente la bola blanca, ésta chocará con una segunda bola, que se moverá por efecto de la colisión. Pero si cada vez lanzamos la bola blanca con una velocidad menor, llegará un momento en el que seremos incapaces de mover la segunda bola, y por tanto la primera seguirá su trayectoria como si nada hubiera ocurrido. Aunque parezca increíble, precisamente esto es lo que sucede a nivel microscópico: la energía se puede intercambiar únicamente en cantidades fijas, en paquetes (ver "VideoPopular" 114). De esta manera, si no conseguimos un mínimo de energía para poder mover la segunda bola, ésta sencillamente no se mueve a pesar del choque, y aún más increíble, la primera bola sigue su trayectoria.

LA CUÁNTICA HACE LA FUERZA

Aunque el experimento anterior parezca magia, está descrito por las extrañas leyes físicas resumidas en la teoría cuántica, y éstas son las que rigen la superconductividad. Para temperaturas lo suficientemente bajas, los electrones



El famoso colisionador de hadrones del CERN utiliza superconductores para funcionar

son capaces de atraerse mutuamente, formando una nueva entidad llamada "pares de Cooper". Al contrario de lo que sucede con los electrones, estos pares de Cooper intercambian la energía en paquetes considerablemente mayores que los electrones. De esta manera, a temperaturas muy bajas, la energía disponible por los átomos que forman los metales es insuficiente para que los pares de Cooper puedan chocar contra los átomos, al igual que sucedía con las bolas de billar. Como resultado, lo que observamos es que no se producen choques entre electrones y átomos, o en otras palabras, la resistencia eléctrica cae abruptamente a cero.

EL FUTURO HA LLEGADO

Que la resistencia de un material a 4,2º Kelvin sea nula es de poca utilidad, pero en 1986 se descubrieron superconductores que podían trabajar refrigerados con nitrógeno líquido. El nitrógeno líquido es tan barato y fácil de producir, que últimamente ha sido utilizado por la llamada "cocina molecular" para la creación de nuevos platos. Desde entonces se ha desatado una carrera por conseguir superconductores a temperaturas cada vez más altas. De hecho, los superconductores ya se utilizan actualmente para almacenar electricidad usando el método descubierto por Onnes a principios de siglo, o para crear grandes campos magnéticos en el nuevo acelerador de partículas del CERN.

Un futuro en el que podamos tener en el bolsillo un ordenador que no se caliente por culpa de la resistencia eléctrica, o crear cámaras de vídeo que funcionen con superconductores que puedan almacenar corriente de forma más efectiva, pasa por entender los efectos cuánticos que rigen la conductividad eléctrica. Entender cómo se puede evitar que los electrones choquen con los átomos de la red, al no permitirles intercambiar energía, será decisivo para el futuro de la electrónica. Hasta que llegue el momento, sólo nos queda agradecer la cabezada de Kamerlingh Onnes ■

DESCUBRIMIENTOS INESPERADOS



¿Para qué sirve lo que investigas? Esta pregunta es inevitable si trabajas en investigación básica e intentas explicar a qué te dedicas. La verdad es que la respuesta más sincera es: "Para nada... de momento". El descubridor de la superconductividad fue la primera persona en licuar helio, que necesitaba para estudiar gases a muy bajas temperaturas. El descubrimiento de la superconductividad fue, por tanto, totalmente inesperado, y todo gracias a unos aparatos

que Onnes desarrolló sin ninguna finalidad práctica.