

Una mirada a las tecnologías cuánticas y la medicina

El conocimiento del mundo atómico permitió el desarrollo de tecnologías que utilizamos en nuestro vivir cotidiano: transistores, láseres, GPSs, leds, resonadores clínicos. Hoy se está yendo más allá, lográndose controlar átomos para almacenar información y realizar cómputos cuánticos, haciendo surgir una nueva era tecnológica. Estos y otros desafíos los estamos tratando de resolver desde nuestro laboratorio, en el Departamento de Física Médica, del Centro Atómico Bariloche (CNEA). El objetivo de nuestra investigación es generar nuevas herramientas de diagnóstico para que la medicina resulte más personalizada y preventiva, y que los tratamientos sean más eficientes y con menos efectos colaterales.

¿Qué es física cuántica?

Esta rama de la física describe cómo es el comportamiento de los átomos y partículas pequeñas que viven en el mundo atómico. La *física cuántica* ha generado mucha controversia, discusiones e ideas fascinantes en el siglo XX, ya que los átomos se comportan de forma *antiintuitiva* a lo que estamos acostumbrados a observar diariamente. Normalmente, sabemos el lugar exacto donde caerá cada manzana de un árbol, lo que nos recuerda la leyenda de cómo Newton se inspiró para definir leyes de la física clásica. Pero en el mundo cuántico, las *partículas* (átomos, electrones) pueden seguir muchas trayectorias al mismo tiempo y caer en muchos lugares. El lugar que eligen depende de cómo y cuándo las observamos, ya que esto hace que se comporten como partículas o como ondas expandidas en el espacio. Este comportamiento es similar a las ondas que se generan en la superficie del agua, cuando tiramos piedras a un lago; las ondas se propagan en varias direcciones, interfiriendo entre ellas y generando bellos diagramas. Similarmente, las ondas y su interferencia describen el movimiento de las partículas en la física cuántica, y sus formas y diagramas dan las probabilidades de dónde puede encontrarse la partícula, y en el momento que la observemos decidirá dónde.



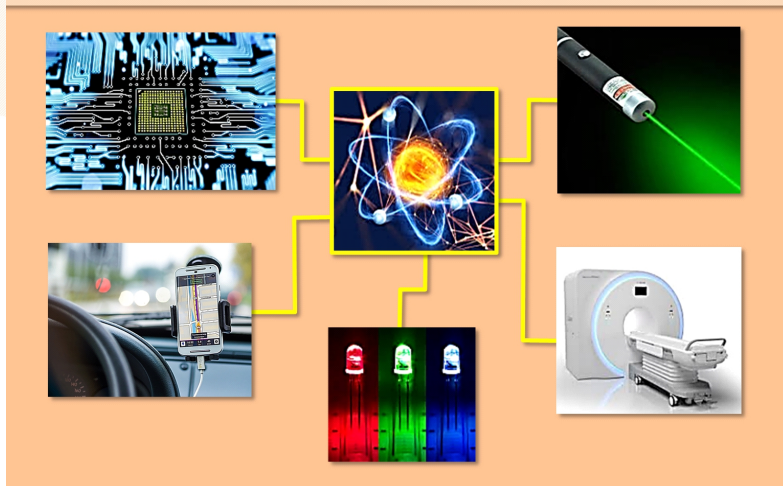
Autor **Gonzalo Agustín Álvarez**

Doctor en Física (UNC)
 Profesor del IB (CNEA - UNCuyo)
 Investigador del CONICET
 Investigador responsable del Laboratorio de Espectroscopia e Imágenes por RMN (Dpto. Física Médica-INN-CAB-CNEA)
 Especialista en tecnologías cuánticas y espectroscopia e imágenes por RMN
 Galardonado por la Fundación Alexander von Humboldt (2009-2011) y el Programa Marie Curie de la Comisión Europea (2013-2015)

Primera revolución cuántica

Una vez que los científicos lograron entender la física cuántica y aprendieron a controlar sus efectos, se dieron cuenta de cuáles podían ser sus utilidades. Esto derivó en una *primera revolución cuántica*, que dio como fruto muchas de las tecnologías hoy empleadas. Un ejemplo de ellas es el desarrollo de *transistores*, que permitieron miniaturizar dispositivos electrónicos y aumentar su capacidad de cálculo; así se lograron las computadoras y los celulares que usamos hoy. Tam-

CÓMO LA FÍSICA CUÁNTICA CAMBIÓ EL MUNDO



bién possibilitó la creación del láser usado en muchas aplicaciones tecnológicas, el GPS que permite ubicarnos en la Tierra, la resonancia magnética que se usa para estudiar nuestro cuerpo por dentro de forma no invasiva, y otros muchos equipamientos sofisticados que nos rodean actualmente.

Segunda revolución cuántica

Hoy la tecnología nos permite controlar y

procesar átomos, núcleos y electrones individualmente. Utilizando estos átomos se puede guardar información y realizar con ellos cómputos cuánticos. Esto hace surgir la llamada *segunda revolución cuántica*. Para entenderla podemos plantear la siguiente analogía. La primera revolución permitió construir computadoras y teléfonos, que posibilitaron crear programas y algoritmos que nos permiten estar conectados e informados a través de Internet, como consecuencia del uso de estos mismos dispositivos. De forma similar, durante la segunda revolución cuántica, controlando los átomos para guardar y procesar información, los científicos y tecnólogos están aprendiendo cómo hacer programas y algoritmos cuánticos, que reemplazarán a la informática actual. Este control de la información cuántica ha permitido concretar la *teletransportación* que años atrás nos fascinó ver en la serie de TV "Star Trek", ahora a nivel de átomo, enviándose información de sus características a otro átomo muy distante en el espacio.

Aplicaciones médicas cuánticas

Estos avances permitieron el surgimiento de las nuevas tecnologías cuánticas, que prometen muchas aplicaciones útiles, como computadoras mucho más poderosas que las actuales, y sensores a escalas moleculares y nanométricas¹ que podrían revolucionar muchas áreas de trabajo, inclusive la medicina. Aunque estamos logrando cada vez mayor control de los átomos, aún sigue siendo un gran desafío controlarlos de manera eficiente en su entorno natural cuántico, para poder construir dispositivos comerciales a un costo accesible para el público. Si bien todavía hay un camino por recorrer, hay tecnologías cuánticas más cercanas de realizar y que son de mucho interés para cambiar la forma de hacer medicina. Una de ellas es usar átomos para generar lo que se llaman *simuladores cuánticos*. Al igual que a una calculadora diseñada específicamente para realizar operaciones matemáticas, este equipo simulador es como una computadora diseñada solo para una tarea específica. Por ejemplo, se podrían desarrollar fármacos para tratar determinadas patologías, en base a cálculos de cómo se comportan las moléculas grandes y cómo estas podrían

interactuar dentro de nuestro cuerpo. Pero con las actuales computadoras, estos cálculos podrían demorar años, lo que dificulta llevar adelante esta investigación. Otra faceta muy interesante es aprovechar la sensibilidad de los *átomos* al medio que los rodea y usarlos como sensores cuánticos, ya que detectan su entorno de forma muy eficiente. Estos sensores colocados en nanopartículas² podrían introducirse dentro del cuerpo o dentro de células, para permitirnos entender cómo funcionan ciertas enfermedades y así poder desarrollar estrategias para combatirlas. Se ha logrado, por ejemplo, ver moléculas y proteínas individuales de gran relevancia para entender cómo funcionan los procesos biológicos del organismo. También podemos usar los mismos átomos de nuestro cuerpo de forma no invasiva, como sensores de su entorno y procesar la información que nos aportan, lo que nos permite ver más allá de lo que, por ejemplo, una resonancia magnética nuclear lo hace actualmente³.

Fuente de imágenes: El autor.

REFERENCIAS

- 1 Un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro.
- 2 Partícula de tamaño nanométrico.
- 3 Ver la Hojita "Una mirada a la resonancia magnética nuclear y la física cuántica".

ABREVIATURAS

- IB: Instituto Balseiro (CAB)
 CAB: Centro Atómico Bariloche
 CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
 INN: Instituto de Nanociencia y Nanotecnología
 RMN: Resonancia Magnética Nuclear
 UNC: Universidad Nacional de Córdoba
 UNCuyo: Universidad Nacional de Cuyo

