



Autor Analía Zwick

Doctora en Física (UNC)  
 Docente del Instituto Balseiro  
 Investigadora del CONICET en el Laboratorio de Espectroscopia e Imágenes por Resonancia Magnética Nuclear (Dpto. Física Médica-CAB-CNEA)  
 Especialista en tecnología cuántica aplicada a imágenes médicas por resonancia  
 Recibió Mención Especial - Premio L'Oreal-UNESCO (2018) - Mujeres en la Ciencia

## Una mirada a la resonancia magnética nuclear y la física cuántica

*Como físicos, impulsamos a través de la investigación nacional el desarrollo de nuevas tecnologías cuánticas, en colaboración con biólogos y médicos que conocen de enfermedades, con el objeto de lograr información cuantitativa que propicie el diagnóstico temprano de ciertas patologías.*

### La Resonancia Magnética Nuclear

Numerosos científicos contribuyeron a desarrollar la *Resonancia Magnética Nuclear* (RMN) y su podio a lo largo de la historia ya conlleva 5 premios Nobel. Esta técnica permite detectar lo que vendría a ser

### El desafío

La imagen por RMN rápidamente se volvió uno de los métodos predilectos de diagnóstico para mirar el interior de los tejidos,

**RESONADOR DE INVESTIGACIÓN EN LABORATORIO**  
 Este equipo vertical tiene un campo magnético más potente y versátil que el equipo hospitalario. Aquí, el canal para introducir el objeto en estudio mide 10 cm de diámetro.

**RESONADOR CLÍNICO HOSPITALARIO**  
 que se espera complementar a futuro con tecnología cuántica.

**IMAGEN DE RMN DE CEREBRO**  
 La RMN detecta el ESPIN de cada átomo de hidrógeno, de las moléculas de agua del cerebro.

Para la **TECNOLOGÍA CUÁNTICA**, cada ESPIN resulta un sensor que le permite «espíar» la microestructura del tejido cerebral.

Esquema de cómo la física cuántica puede potenciar el diagnóstico por Resonancia Magnética Nuclear.

la *huella digital* de átomos y moléculas. Lejos de quedar como una mera curiosidad, la RMN se tornó una herramienta poderosísima para determinar la estructura tridimensional de moléculas complejas. Esto trajo de la mano avances revolucionarios en química y biología, nuevos fármacos y nuevos métodos de diagnóstico por imágenes.

por ser *no invasivo*. Pero el gran limitante de su tecnología actual es el diagnóstico temprano de ciertas patologías como el cáncer y las neurodegenerativas (entre ellas el Alzhei-

mer), porque sus imágenes carecen de la resolución suficiente como para distinguir cambios a nivel celular, que es donde ocurren los inicios de estas patologías. Aquí surge el desafío de aumentar el *alcance* de los equipos actuales.

### La solución clave

La investigación científica ha demostrado que la *física cuántica* brinda la clave para lograr mayor resolución en las imágenes generadas por un equipo convencional de RMN. La comprensión y control del mundo atómico *permite ver a través de un píxel de una imagen tradicional*, como cuando un punto brillante en el cielo nocturno se ve como galaxia a través de un potente telescopio. Lo fascinante y a la vez desafiante, es que los átomos se comportan de una manera “anti-intuitiva” respecto de lo que estamos acostumbrados a observar cotidianamente. Ellos poseen una propiedad peculiar llamada *espín* (como si fuese un trompo de hierro que gira por efecto de un fuerte imán), y este espín genera una señal que es detectada como *onda de radio* por una bobina. Los equipos llamados *resonadores* poseen un imán muy potente, que puede llegar a percibir estas señales características de los átomos del cuerpo. Pero pretendemos ir más allá. Si hacés girar un trompo común sobre una superficie lisa o rugosa, sin duda vas a comprobar que el tipo de superficie afecta su giro. Observando cómo gira el trompo, se podría inferir características de la superficie donde se apoya. De forma similar, en el laboratorio, detectando el giro de los átomos de las moléculas de agua, inferimos cómo es su entorno a escalas micrométricas, a un tamaño 100 veces más pequeño que la resolución actual. Resumiendo, por medio de la física cuántica se busca mirar el universo de células, microestructuras y procesos que se esconden dentro de cada píxel milimétrico de una imagen de resonancia.

### El nuevo método

Un resonador clínico ejecuta secuencias de pulsos electromagnéticos que interactúan con los núcleos de los átomos y obtiene información que luego se codifica en una imagen. Estas secuencias de control de los equipos clínicos de RMN se pueden comparar con una *aplicación* que instales en tu celular o tablet, que te permitirá cierta funcionalidad, a partir de una tecnología de base que ya existe. Análogamente, en el laboratorio de investigación diseñamos una *plataforma basada en tecnología cuántica*, a incorporar también como un programa en el equipo resonador<sup>1</sup>. Este pro-

grama se comunicará en forma específica con los átomos de nuestro cuerpo, analizará y filtrará las secuencias de señales que emiten los espines de los átomos, que actuarán como diminutos sensores. Extraer y analizar la información requiere tiempo; y un paciente no puede estar toda una semana dentro del imán. Pero este nuevo método permitirá extraer información de la morfología del tejido de manera eficiente, en tiempo y precisión, lo que es clave para que pueda implementarse como técnica de diagnóstico. Este protocolo de control podrá ser instalado en resonadores ya existentes en clínicas y hospitales, potenciando los equipos disponibles. Este fue uno de los objetivos permanentes de nuestro trabajo: hacer que la herramienta sea accesible económicamente, si se la compara con la adquisición de un equipo de RMN. Se estima que esta gran ventaja acelerará la llegada del nuevo desarrollo a médicos y pacientes.

### También una esperanza

La *biopsia* es una herramienta de diagnóstico muy útil para los médicos, que consiste en observar la morfología de un tejido del cuerpo de un paciente a través de un microscopio, y distinguir si contiene o no células cancerosas. Pero este estudio requiere extracción del tejido dudoso. Si logramos obtener esa información tan relevante para el diagnóstico de forma rápida y sin extracción de tejido, sería un gran beneficio, tanto para el paciente como para el médico. Nuestro trabajo de investigación apunta a hacer “biopsias virtuales”, desarrollando filtros selectivos del tamaño de la microestructura de un tejido, a partir de imágenes por RMN. Con esta nueva técnica que genera una alternativa de *biopsias no invasivas*, se da un paso más en la medicina de precisión, al llegar a determinar propiedades a escalas microscópicas, aún no accesibles desde la RMN actual.

**Los resonadores clínicos tienen mucho potencial para utilizar a los átomos de nuestro cuerpo como sensores cuánticos de forma no invasiva.**

FOTO DE LA AUTORA: Gentileza de la Lic. Laura García Oviedo - Prensa Instituto Balseiro.

#### REFERENCIA

1 Ver la Hojita “Una mirada a las tecnologías cuánticas y la medicina”.

#### ABREVIATURAS

CAB: Centro Atómico Bariloche

CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica

UNC: Universidad Nacional de Córdoba

UNCuyo: Universidad Nacional de Cuyo