

NOTAS

PREMIOS NOBEL 2003 DE QUÍMICA (PETER AGRE & RODERICK MACKINNON) Y FÍSICA (ALEXI A. ABRIKOSOV & VITALI L. GINZBURG & ANTHONY J. LEGGETT)

MANUEL CASTILLO MARTOS
Universidad de Sevilla

Introducción: la interdisciplinariedad en las ciencias

La espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) es hoy día una técnica de empleo rutinario en el laboratorio para los químicos y físicos, y ha sido su empleo en medicina lo que ha hecho que la Real Academia Sueca de Ciencias haya concedido el Nobel de Medicina al estadounidense Paul Lauterbur y al británico Peter Mansfield, por haberla perfeccionado hasta hacerla útil para la investigación funcional de las actividades más complejas del sistema nervioso, la descripción de las estructuras que las regulan y el conocimiento de las situaciones que las perturban lo que, sin duda, puede permitir un mejor tratamiento de sus alteraciones. Los avances técnicos que los dos científicos lograron a principios de la década de los setenta condujeron directamente a los primeros aparatos de RMN para uso médico a comienzo de la década siguiente. El nombre fue cambiando para uso en exploración médica, porque la palabra *nuclear* podría asustar a algunas personas, a Imágenes por Resonancia Magnética (IRM).

Este premio Nobel de Medicina lo han recibido un químico (Paul Lauterbur) y un físico (Peter Mansfield), lo que demuestra que la interdisciplinariedad de las ciencias es cada vez más nítida. Lauterbur ha dicho que el

«Conocimiento de las aplicaciones de la RMN en el dominio de la química me aportó las ideas cuando se hizo evidente la necesidad de localizar la señal de resonancia en el seno de un objeto biológico».

El equipo que dirige continúa perfeccionando y mejorando esta aplicación para hacerla más útil para la medicina, entre ellas las observaciones de los procesos mentales en el cerebro. Por su parte, la contribución de la Física, de la mano de Mansfield, fue diseñar un método de análisis matemático para que la RMN (o IRM) produjera imágenes útiles en el diagnóstico médico.

Actualmente se hacen en el mundo más de 60 millones de exploraciones clínicas con esta técnica cada año, y, por tanto, se ha convertido en imprescindible para el diagnóstico en la medicina contemporánea, sobre todo en las enfermedades neurológicas, porque permite cuantificar *in vivo* la proporción de núcleos de hidrógeno, que resuenan

tras ser excitados por el alto campo magnético de diversos compuestos de gran interés que son marcadores de neuronas, y por tanto un indicador del número de neuronas en una región determinada, o como indicador de la producción de energía. La RMN (o IRM) funcional es la que mide los cambios de actividad regional cerebral durante el desempeño de las funciones cerebrales normales. La determinación de ciertos compuestos en las distintas regiones cerebrales nos permite saber qué zonas del cerebro se activan o desactivan durante actos tan variados como el lenguaje, la visión, el sonido, el movimiento, la estimulación sensitiva u otros muchos más complejos.

El Nobel de Química

Los Estados Unidos de América ha sido el país que ha albergado los laboratorios donde los médicos Peter Agre (también es bioquímico) y Roderick MacKinnon hicieron sus contribuciones al conocimiento químico fundamental sobre cómo funcionan las células. Se trata de los poros celulares que permiten el paso de las moléculas de agua (Agre) y de los canales de potasio que regulan el transporte de señales electroquímicas en el organismo (MacKinnon), esencial para el buen funcionamiento del sistema nervioso y el funcionamiento de los músculos. Esta es la idea central que ha barajado la Academia sueca,

«Los seres humanos estamos hechos de aproximadamente un 70% de agua salada. Este año el Premio Nobel de Química galardona a dos científicos cuyos descubrimientos han clarificado cómo los iones de sal y el agua son transportados dentro y fuera de las células del cuerpo. Los descubrimientos nos han aportado una comprensión molecular fundamental acerca de cómo, por ejemplo, recuperan agua los riñones a partir de orina primaria y cómo se generan y propagan las señales eléctricas en nuestras células nerviosas».

El tema ha sido de actualidad desgraciada este verano, porque la ola de calor padecida en Europa ha causado muertes que están relacionadas con el balance de fluidos en el organismo, y en esto tienen crucial importancia las acuoporinas (proteínas) descubiertas por Agre. Las deshidrataciones de diversos tipos y la sensibilidad al calor de algunas personas tienen que ver con esas proteínas, que se encuentran en la membrana de las células sanguíneas y en los riñones. Estas absorben agua y se hinchan, una vez identificada y conocida su estructura, se pudo explicar su funcionamiento: las moléculas de agua pasan por los poros específicos de la membrana celular y no otras, porque las de agua se orientan en el campo eléctrico creado por los átomos del poro.

Veamos esto: las moléculas de agua H_2O son moléculas polares pero no cargadas, y pasan normalmente a través del poro de la membrana, mientras que las moléculas ionizadas H_3O^+ son repelidas por las cargas del mismo signo que cubren el interior y, por tanto, no consiguen cruzar. El canal de agua resulta de una eficacia grande, por cada canal pasan decenas de millones de moléculas de agua por segundo. Hoy se conocen

unas doscientas acuaporinas distintas de tejidos mamíferos, invertebrados, microorganismos y plantas.

En cuanto a los canales de iones sodio, potasio, cloruros y otros MacKinnon ha estudiado su impacto en la salud y la enfermedad. Los canales iónicos regulan, entre otras, las funciones del sistema nervioso y de los músculos, como el corazón. En el impulso nervioso, un canal iónico se abre en la superficie de una neurona como respuesta a una señal química emitida por otra neurona vecina, y el pulso eléctrico así generado se propaga mediante la apertura y cierre de otros canales, hasta la neurona siguiente, y todo ello en unos pocos milisegundos.

La selectividad de los canales de iones ha venido intrigando a los científicos, y ha sido MacKinnon quien la ha revelado. Veamos el caso de selección entre iones sodio y potasio: ambos son cationes esféricos con carga 1^+ , diámetros de 1,90 angstrom el ión sodio y 2,60 angstrom el ión potasio. En solución, los iones están estabilizados por moléculas de agua que orientan sus átomos de oxígeno alrededor de la esfera cargada del catión. En el interior del canal, una serie de átomos de oxígeno de la proteína se encuentran colocados exactamente igual que los del agua alrededor del potasio antes de entrar en el tubo, por lo que despojarse de su capa de hidratación no le supone al potasio gasto alguno en energía. Por el contrario el sodio, al perder las moléculas de agua que lo estabilizan, quedaría dentro del canal en una situación desfavorable con los oxígenos demasiado alejados, moviéndose dentro del tubo sin un ajuste perfecto al mismo, por lo que prefiere quedarse fuera.

MacKinnon ha estudiado también otros aspectos estructurales. Veamos, por ejemplo, dos: posicionamiento de las hélices de la proteína, que explica por qué los iones atraviesan la membrana en una dirección y no en otra; presencia de una bolsa de agua en medio de la membrana, que ayuda a que el viaje del ión sea más corto.

Los resultados de las investigaciones de Agre y MacKinnon han visto su aplicación en medicina: las alteraciones en el funcionamiento de los canales de iones pueden producir serias dolencias del sistema nervioso así como en los músculos —el corazón, por ejemplo—. De aquí que estos canales de iones sean tomados por la industria farmacéutica para orientar la fabricación de medicamentos específicos.

Para la Academia Sueca de Ciencias estos trabajos ilustran cómo la bioquímica contemporánea ha llegado hasta el nivel molecular en su esfuerzo por comprender los procesos fundamentales de la vida. No deja de ser ilustrativo y paradigmático que este año el Nobel de Química haya sido concedido a dos médicos, mientras que el de Medicina haya ido a parar a manos de un químico y un físico. Este cruce profesional entre médicos, químicos y físicos, además de resultar, sin duda, grato para ellos, ilustra el carácter de interdiscipliniedad por los que transcurre la ciencia actual. Las barreras entre campos científicos, en un mundo cada vez más técnico y especializado, son a menudo difíciles de cruzar, pero todos los grandes descubrimientos recientes se han basado en selectivos *canales*

de ideas que han traspasado las fronteras del corporativismo, el aislamiento y la comunicación entre disciplinas dispares. No cabe duda, que los miembros de la Academia sueca han reconocido la nueva tendencia de interdisciplinariedad.

Termino este apartado con la frase pronunciada por Peter Agre, según la agencia Reuters y publicada en *El País* de 9 de octubre,

«Hay algunas cuestiones sociales que estamos considerando, incluida la de los científicos que están siendo perseguidos en todo el mundo y en Estados Unidos».

Esta declaración la acompañó con la donación de parte del dinero del premio que le corresponde —al ser compartido son 650.000 dólares— para ayudar en la defensa de las libertades académicas en contra de las restricciones impuestas a los científicos como parte de la lucha de EEUU contra el terrorismo.

El Nobel de Física

Tres físicos teóricos de la materia condensada han sido galardonados con el Nobel de Física: dos rusos, Alexei A. Abrikosov y Vitali L. Ginzburg, y un británico, Anthony J. Leggett, a los cuales la Academia sueca de Ciencias les ha reconocido los trabajos que han venido desarrollando para concluir con la explicación de extraños fenómenos del mundo microcósmico a temperaturas ultrabajas. Los dos primeros han trabajado para hacer comprensible la superconductividad, mientras que el tercero lo ha hecho sobre la gran importancia que tiene la superfluidez del ^3He , elemento que tiene un neutrón y dos protones, y es unas 10 millones de veces menos abundante que el ^4He . Estos trabajos no han llegado a la sociedad con la aplicabilidad inmediata que presentan los premiados con el de Química, pero sí arrojan luz acerca de fenómenos que ocurren a temperaturas extremadamente bajas, y son susceptibles de ser utilizados, alguna vez ya lo han sido, en aparatos de vida cotidiana unidos a la superconductividad, tema de enorme interés hoy día, no sólo para la comunidad de científicos sino para la sociedad en general, como vamos a ver.

Por qué el helio precisamente, porque es un gas superligero muy abundante en el universo y se comporta de manera muy especial cuando está sometido a temperaturas muy bajas, por ejemplo: pierde viscosidad y fluye sin pérdida de energía por fricción. Aunque el ^4He se hace superfluido a -271°C , el otro isótopo, el ^3He , sufre esa transformación a temperatura ultrabaja. El mecanismo es parecido —no igual— al de las parejas de electrones de la superconductividad: los átomos de helio superfrío se emparejan y entran en un único estado cuántico, convirtiéndose así en un superfluido que fluye libremente. Si la superconductividad es conducción de electrones sin disipación, la superfluidez es flujo de átomos neutros sin fricción.

Ginzburg ha trabajado con el también ruso Lev Landau, Premio Nobel de Física en 1962, y juntos enunciaron la teoría que lleva sus nombres «teoría de Ginzburg-Landau», y al enterarse éste de la concesión del Nobel a su compañero, dijo:

«El ^3He superfluido es una herramienta que los investigadores pueden utilizar en el laboratorio para estudiar también otros fenómenos [...] En particular, la formación de turbulencias en el superfluido ha sido usado recientemente para estudiar cómo el orden puede convertirse en caos».

De los fenómenos más importantes que presenta un sistema físico a bajas temperaturas, está la de adoptar configuraciones con menor simetría que la de sus fuerzas fundamentales; y la teoría de Landau de las transiciones de fase, en el ^3He se van rompiendo simetrías al pasar cada transición, siendo la que surge a más baja temperatura la menos simétrica. Esta riqueza de roturas de simetría encuentra analogías por responder a ecuaciones similares en algunos modelos cosmológicos. Como las mismas ecuaciones tienen las mismas soluciones, algunos científicos han denominado *cosmología en un frasco* los experimentos recientes con el ^3He superfluido.

La compleja superfluidez del ^3He ha evidenciado, según Leggett, que la presencia simultánea de dos contribuciones al momento angular en cada pareja de átomos, una debida a la suma de los momentos intrínsecos de cada átomo y otra debida al movimiento orbital de los dos átomos, da lugar a una rica estructura de fases macroscópicas. La ruptura de simetría es un concepto central en la física moderna. A bajas temperaturas, un sistema físico adopta configuraciones con menor simetría que la de sus fuerzas fundamentales. El primer ejemplo de ruptura de simetría múltiple y su comprensión ha tenido influencia en la física de cristales líquidos, la física de partículas elementales y la cosmología. Además ha servido para avivar el debate sobre los fundamentos de la física cuántica, proponiendo experimentos que prueban la naturaleza cuántica de la materia a escala macroscópica.

La superconductividad remonta sus orígenes a principios del pasado siglo, cuando se descubrió que el mercurio al enfriarse hasta pocos grados sobre el cero absoluto, perdía la resistencia al paso de la electricidad, y aunque Kammerling Onnes no lo explicaba recibió el Nobel de Física de 1913; y el de 1972 fue a parar a manos de John Bardem, Leon Cooper y Robert Schrieffer por sus trabajos sobre materiales superconductores, y proponer la teoría que se conoce con sus iniciales BCS, según la cual en estos superconductores parte de los electrones forman pares que actuando como una única partícula, se deslizan por los canales del material dentro de una estructura regular de átomos cargados positivamente. El efecto es una supercorriente que fluye sin resistencia.

Lo que Abrikosov y Ginzburg aportan al tema es una teoría que elabora el primero de ellos basada en trabajos del otro, teoría que propone la existencia de un parámetro que determina el grado y la forma de penetración de un campo magnético en un superconductor. La importancia radica en que en algunos materiales metálicos el efecto de la

superconductividad desaparece si están sometidos a campos magnéticos fuertes. Son los superconductores de tipo I. Pero hay otros materiales, normalmente aleaciones de metales con cobre, que mantienen la característica de dejar pasar la electricidad libremente, incluso en presencia de campos magnéticos fuertes, son los llamados superconductores de tipo II y no se explica por la teoría BCS. De aquí la importancia de la teoría de Abrikosov que le ha valido el Nobel de Física de este año.

La conclusión a la que llegamos es que la física cuántica compendia el comportamiento del mundo a escala atómica mediante ecuaciones que emergen de unas leyes físicas, distintas a las que parecen gobernar nuestro mundo macroscópico. El viaje reduccionista que ha seguido la humanidad en su análisis de la naturaleza de las escuelas de filósofos de la ciencia helénica, se ha visto culminado en el siglo XX con ecuaciones que describen el comportamiento de los ingredientes más elementales de la materia. Del trabajo de los premiados se deduce que fenómenos muy complejos, por ejemplo en la biología, deben esconder principios organizativos que hay que desvelar para, partiendo de ellos, elaborar teorías que incrementen nuestra capacidad de predecir nuevos fenómenos y desarrollar aplicaciones de interés para todos. Esta es la idea que está latente en la frase que dijo Abrikosov después de conocer que había recibido el Nobel:

«La superconductividad, puede desencadenar una revolución comparable con el descubrimiento mismo de la electricidad».

Un epílogo

El científico estadounidense Raymond Damadian, en una publicidad pagada (más de 200.000 dólares) en *The Washington Post* y *The New York Times* (aparecida en *El País* de 14 de octubre) ha reclamado su «paternidad» en el aparato por el que se efectúa la inspección interna por RMN, el cual permite diagnosticar desde enfermedades musculares hasta algunos tipos de cáncer de tamaño minúsculo, y dice además que fue el primero en aplicar la espectroscopia RMN a la medicina, antes que lo hicieran Paul Lauterbur y Peter Mansfield, premiados con el Nobel de Medicina de este año por el invento que él realizó, y que estos le *«han robado el premio»*, y que a los miembros de la Real Academia de Suecia que otorgan el galardón *«no se les debería permitir actuar como árbitro de la historia científica»*, así, pues, la polémica está servida.

Después de considerarse insultado, ofendido y ultrajado, ha dicho *«Si yo no hubiera nacido, hoy no existiría la RMN»*, frase falta de modestia, pero, según la mayoría de la comunidad científica, llena de razón. En sus investigaciones de finales de los sesenta, descubrió que había una manera de reproducir gráficamente el estado y la condición de los órganos humanos internos mediante una especie de sonar capaz de detectar el estado en que se encontraban las células. Ya aparecieron artículos en *Science* describiendo una *«tecnología de escaneo basada en resonancias nucleares magnéticas»*. En marzo de 1973, Damadian patentó su descubrimiento, y siete meses después Lauterbur y Mansfield inventaron un sistema de reproducción gráfica basado en los descubrimientos de

Damadian; y cuatro años más tarde fue él quien ideó y fabricó el primer aparato capaz de realizar resonancias magnéticas en hospitales y centros médicos, llegando a poner a uno de ellos. Dicho espectrómetro puede verse ahora en el Museo Nacional Smithsonian de Historia Americana.

Quizás Damadian tenga razón.

II CONGRESO INTERNACIONAL DE HISTORIA DE LA ESTADÍSTICA Y DE LA PROBABILIDAD

JESÚS SANTOS DEL CERRO

El *II Congreso Internacional de Historia de la Estadística y de la Probabilidad* sucede con un intervalo temporal de dos años a las *I Jornadas de Historia de la Estadística y de la Probabilidad*. Éstas últimas se celebraron en Madrid durante los días 13 y 14 de Julio de 2001 y fueron organizadas, al igual que este segundo congreso, por la AHEPE (Asociación de Historia de la Estadística y de la Probabilidad de España). A ellos asistieron investigadores de varias universidades e instituciones cuyo interés y dedicación por el estudio de cuestiones sobre Historia de la Estadística y de la Probabilidad dio como fruto el alto nivel de los trabajos presentados y las exposiciones defendidas. Esta primera reunión de investigadores, en un país como España con una débil tradición en el estudio de estos tópicos, resultó tan satisfactorio que impulsó a los miembros de la AHEPE a convocar su segundo congreso, cuya previsión es su celebración bianual, con un carácter internacional.

En lo que se refiere a la AHEPE, entidad organizadora de este evento, es preciso decir que persigue como objetivos principales los siguientes: 1.-Agrupar a las personas que se dedican al estudio de la Historia de la Estadística y la Probabilidad y aquellas otras que estén interesadas en estos temas; 2.-La creación, el impulso y la transmisión del saber científico. Esta línea queda enmarcada dentro de la AHEPE mediante dos direcciones. Por un lado, fomentar la investigación del conocimiento científico y, por otro lado, tener la posibilidad de incorporar los nuevos planteamientos en el ámbito docente; 3.-La promoción e intercambio, entre sus miembros y con cualesquiera otras entidades o asociaciones similares, nacionales o internacionales, de experiencias investigadoras con su campo de observación y la difusión, a todos los estratos de la sociedad, de los resultados derivados de las diversas actuaciones científicas, académicas y profesionales de sus miembros.

Respecto del lugar de celebración, este segundo congreso ha tenido un marco incomparable que atesora una tradición de una gran significación para los estudiosos de