

NOBEL DE QUÍMICA 2011 A DANIEL SHECHTMAN POR SU DESCUBRIMIENTO DE LOS CUASICRISTALES Y DE UNA SIMETRÍA "IMPOSIBLE"



Julia Sanz

Investigadora científica. Instituto de Física Química Rocasolano, CSIC

El año 2011, declarado por la ONU como Año Internacional de la Química, coincide con la conmemoración de varios hitos destacados en el desarrollo de ésta ciencia. En concreto, se cumple el centenario de la concesión del Premio Nobel de Química a Marie Curie.

Desde el descubrimiento de la difracción de los rayos X por Max von Laue, premio Nobel de Física en 1914, y su aplicación al análisis de la estructura molecular de los cristales llevada a cabo por William y Lawrence Bragg, ambos Premio Nobel de Física un año más tarde, muchas han sido las contribuciones de la cristalografía a la historia de este galardón. Baste recordar las extraordinarias aportaciones

La Academia Sueca ha premiado hoy un descubrimiento "sencillo" de hace casi 30 años que alteró nuestra concepción de la materia sólida y obligó a reescribir las primeras páginas de los libros de texto que tratan sobre nuestro conocimiento de la materia ordenada

de Linus Pauling al desentrañar la naturaleza del enlace químico (Nobel de Química en 1954), F. Crick, J. Watson y M. Wilkins (Nobel de Fisiología y Medicina en 1962), por resolver la estructura helicoidal del DNA, o J.C. Kendrew y M. Perutz (Nobel de Química en 1962) por la estructura de proteínas globulares.

Cabe destacar que en lo que va del siglo XXI, el de este año es el cuarto galardón concedido en Química por descubrimientos relacionados con la Cristalografía. Los tres premios anteriores lo han sido por su aportación decisiva al entendimiento de sistemas biológicos de notable complejidad. El último y bien conocido fue otorgado en 2009 conjuntamente a T. Steitz, V. Ramakrishnan y A. Yonath por sus estudios sobre la estructura y función del ribosoma. Sin embargo, es interesante el cambio de rumbo de la Academia Sueca al premiar hoy un descubrimiento "sencillo" de hace casi 30 años que alteró nuestra concepción de la materia sólida y, en sus propias palabras, obligó a reescribir las primeras páginas de los libros de texto que tratan sobre nuestro conocimiento de la materia ordenada.

Se pueden describir los cuasicristales como agrupaciones de átomos perfectamente ordenados, teóricamente infinitos, pero que sin embargo no se repiten nunca. Desde el punto de vista geométrico, estos patrones son conocidos desde hace mucho tiempo ya que se encuentran representados en los hermosos mosaicos árabes que adornan palacios tan destacados como la Alhambra de Granada. Sin embargo, la ciencia consideraba que la existencia de esta estructura atómica en la materia era imposible.

Hasta 1982, cuando Shechtman realizó el experimento que le ha valido el Premio Nobel, la ciencia definía un cristal como una sustancia en la cual los átomos, moléculas o iones constituyentes están

dispuestos de forma ordenada y regular que se repite en las tres direcciones del espacio. Esta definición, enunciada por los mineralogistas a principios del siglo XIX, fue ampliada por los matemáticos y físico-químicos que demostraron que esta periodicidad es compatible sólo con ciertas agrupaciones moleculares que pueden contener simetría rotacional de orden dos, tres, cuatro o seis, pero la existencia de ejes de simetría de orden cinco, siete o superior es incompatible con la simetría traslacional inherente a la cristalinidad. Desde los primeros experimentos de difracción a principios del siglo XX, y durante décadas, los innumerables patrones de difracción registrados confirmaron este paradigma. Esto era la base fundamental de nuestro conocimiento sobre la materia ordenada cuando Daniel Shechtman se encontraba de sabático en la Johns Hopkins University, desarrollando aleaciones ligeras para la industria aeronáutica. Después de un experimento de difracción para analizar una aleación de aluminio y manganeso fundida y enfriada rápidamente en el laboratorio, observó el patrón obtenido y anotó en su cuaderno un ahora ya famoso *10 Fold*???. Aunque era perfectamente consciente de que la existencia de esta simetría se consideraba imposible, tuvo la grandeza de no ignorar este resultado, y repitió los experimentos una y otra vez hasta tener la certeza de que lo que estaba observando no se debía a ningún error. Este comportamiento científico, consistente y riguroso, es quizás lo que esencialmente le hace merecedor del premio ahora obtenido. Más tarde y a lo largo de los años fue capaz de enfrentarse al escepticismo e incluso al rechazo de la comunidad científica hasta que, ya de vuelta a su laboratorio del Technion Institute en Israel, consiguió publicar el artículo *Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and No Translational Symmetry*, donde Shechtman, junto a Ilan Blech, Denis Gratias y John Cahn, interpretaron el patrón de difracción en base a una simetría pentagonal como parte de una simetría presente, aún más compleja, en una nueva fase icosaédrica de la materia.

A pesar de que la ciencia "oficial" aún rechazaba su teoría, pronto surgieron otros trabajos reportando nuevas aleaciones de Ni-Cr con simetría de orden doce y patrones de difracción de aleaciones de V-Ni-Si y Cr-Ni-Si con simetría octagonal. A través de los años, cientos de cuasicristales con varias composiciones y diferentes simetrías han sido descubiertos. Sin embargo, los primeros materiales cuasicristalinos eran termodinámicamente inestables ya que formaban cristales regulares al ser calentados, lo cual dificultaba enormemente su análisis. Por fin, en 1987 se encontró el primer cuasicristal icosaédrico estable, posibilitando unos incipientes análisis estructurales y permitiendo así la construcción de modelos matemáticos que hoy en día pueden ya explicar sus propiedades físicas únicas. En 1992, la Unión Internacional de Cristalografía cambió la definición oficial del cristal, que no incluye el concepto de periodicidad, para poder incorporar el descubrimiento de Schechtman. Además, y ya en 2009, se ha comprobado que los cuasicristales pueden formarse de manera natural bajo unas condiciones geológicas adecuadas, ya que se han identificado en un tipo de mineral recogido en un yacimiento en el río Khatyrka, en Rusia oriental.

Muchas de las propiedades de transporte observadas en los cristales convencionales se deben a su carácter periódico, lo cuál es la base de que sean buenos conductores del calor y la electricidad. En los cuasicristales, la ausencia de ésta periodicidad genera un comportamiento en parte más próximo al de los materiales amorfos, con una energía superficial muy baja y bajos coeficientes de fricción, lo cuál los convierte en materiales muy duros y extremadamente resistentes a la deformación; tienen además una resistencia a la corrosión similar a la del acero inoxidable. Estas propiedades únicas hicieron pensar que se trataban de materiales de gran utilidad con potencial aplicación, entre otras, como aislante térmico, en el desarrollo de recubrimientos de metales para motores, fabricación de LEDs o nuevos materiales que convierten el calor en electricidad. Sin embargo y después de 30 años estas expectativas no se han cumplido y su uso se ha visto limitado casi exclusivamente al recubrimiento antiadherente de utensilios de cocina. Qué es por tanto lo que ha motivado la concesión del premio a Shtechtman por

premios
NOBEL
2011

el descubrimiento de los cuasicristales, un concepto del que el 67 por ciento de las casi 20000 respuestas que registra la Academia Sueca reconoce no haber nunca oído hablar?.

En el comunicado oficial, la Academia explicó que la concesión del premio a Shtechman se debía a un trabajo solitario, tenaz y basado en sólidos datos empíricos, que había hecho una aportación clave a la ciencia fundamental al forzar a los científicos a reconsiderar su concepción sobre la naturaleza de la materia sólida. En una entrevista posterior realizada al Dr. Sven Lidin, miembro del Comité Nobel de Química, quizás podemos descubrir mejor las claves que han motivado la decisión del jurado cuando dijo que los científicos debemos construir las teorías en base a lo que observamos, pero debemos siempre cuestionar éstas teorías; según sus palabras, ésta es la forma en que la ciencia debe funcionar. Quizás este premio ha querido hacer reflexionar a la comunidad científica sobre la propia esencia de su papel, en un tiempo en el que el desarrollo tecnológico parece imperar sobre el conocimiento fundamental.

Los cristalógrafos españoles recibimos con interés este nuevo galardón que se suma a la ya larga lista de laureados cuyo trabajo ha estado directa o indirectamente relacionado con ésta disciplina, 25 en total, 15 de los cuales lo ha sido en Química. Y todo ello, en un momento en el que aún resuenan los ecos del *XXII Congreso y Asamblea General de la Unión Internacional de Cristalografía (IUCr)*, que se celebró en Madrid, los días 22 al 30 de agosto de 2011. Durante la celebración de este Congreso, que reunió a más de 2500 investigadores en una gran diversidad de disciplinas (Física, Química, Geología, Mineralogía, Ciencia de Materiales, Farmacia, Biología, Biomedicina) se anunció la celebración del Año Internacional de la Cristalografía para 2013, coincidiendo con el aniversario de los primeros experimentos de Laue y Bragg. Confiamos en que éste acontecimiento sirva de inspiración para todos los investigadores de nuestra comunidad y sitúe a la Cristalografía en el nivel de representación que se merece en la ciencia española.