

Vida Científica

SEMBLANZAS DE LOS PREMIOS NOBEL

EN QUÍMICA 2011

INTRODUCCIÓN

El científico israelí DANIEL SHECHTMAN se convirtió el 5 de octubre de 2011 en el ganador del Premio Nobel de Química 2011, por su descubrimiento de los “cuasicristales”. El 8 de abril de 1982, Shechtman descubrió una es-

tructura cristalina considerada hasta entonces como imposible, y no la desechó, pese a que en ese momento se dijo a sí mismo: “Una criatura semejante no puede existir”.

Sven Lidin, miembro del Comité de los Premios Nobel, señaló que “pasó mucho tiempo hasta que el descubrimiento de Shechtman superó los filtros del sistema científico”. El propio Shechtman aprendió, con su experiencia, que un científico es bueno cuando es humilde y está dispuesto a escuchar resultados inesperados. Por lo tanto, es un Premio Nobel a la tenacidad, a un trabajo notable y solitario.

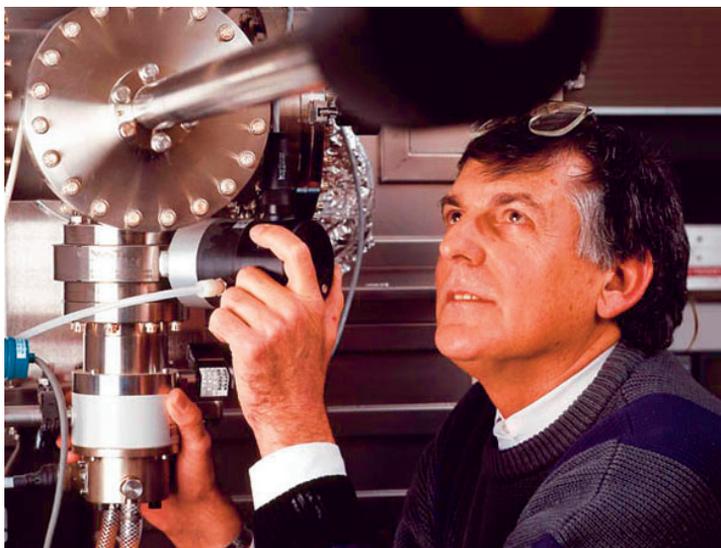


Figura 1. Daniel Shechtman, Premio Nobel de Química 2011.

EL TRABAJO PREMIADO

Shechtman comprobó, enfrentándose al paradigma científico imperante, que las estructuras que conforman los *cuasicristales* no son periódicas, no se pueden construir por la repetición y yuxtaposición de unidades menores. Los cuasicristales son estructuras atómicas construidas mediante mosaicos similares a los del mundo árabe y que adornan los muros de palacios, como el de La Alhambra de Granada, pero que nunca se repiten a sí mismas (ver Figura 2). Es decir, no siguen el patrón de construcción de los cristales convencionales que forman estructuras simétricas.

Un cristal tiene un orden interno determinado. Esto vale para muchos minerales, para sustancias puras como el oro, para el hielo o el azúcar, así como otros innumerables mate-

riales. Los átomos adoptan un orden regular. A partir de esta observación, que se repite en gran cantidad de sustancias, los científicos establecieron una regla básica: todos los cristales están formados por partículas dispuestas de forma regular que siguen un patrón que se reitera en todo el cristal, obteniéndose una red tridimensional, que posee simetría. En el caso de la sal común, la unidad básica son diminutos dados. Llevando esto al plano bidimensional, se puede comparar con los azulejos cuadrados, con los que se puede cubrir sin problemas una pared. Con azulejos de cinco lados no se puede cubrir por completo un piso, así como tampoco se podría llenar por completo una habitación con prismas de cinco caras. Esto hizo que los científicos tomaran como verdadero que los cristales con simetría de orden cinco fueran inexistentes.

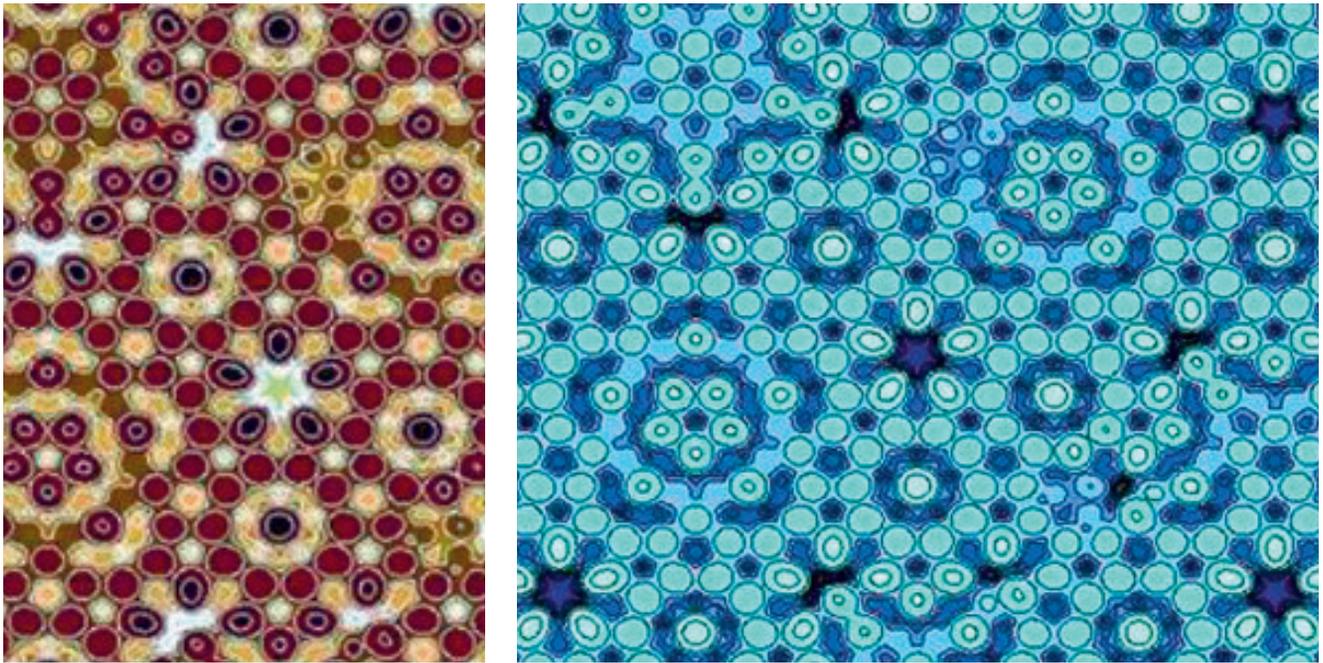


Figura 2. Mosaicos árabes.

Shechtman encontró en una aleación de aluminio y manganeso, que enfrió de golpe, que no cumplía con esta regla básica. Una mirada de esta aleación al microscopio electrónico demostró, el 8 de abril de 1982, que aparentemente la simetría de orden cinco sí existe. El cristal no era periódico. Esto era como un ingreso a un mundo nuevo, prohibido. Un dogma de la Química acababa de ser derribado.

Le cayeron duras críticas, incluyendo la de cristalógrafos y químicos tan excelsos como LINUS PAULING, dos veces laureado con el Premio Nobel. ¡Cómo iba a ser errónea una teoría cerrada y probada durante más de un siglo! Le resultó difícil seguir investigando, pero no cejó en el empeño.

Más tarde, otros colegas descubrieron más casos similares que también rompían la simetría canónica de la cristalografía. La explicación estaba en algo que los matemáticos habían encontrado años antes: las superficies y los volúmenes pueden rellenarse completamente siguiendo pautas regulares pero no, necesariamente, periódicamente perfectas. Por ejemplo, pueden hacerlo con simetría de dilatación, siguiendo pautas como la serie de Fibonacci, ligada al famoso número áureo, para algunos el canon geométrico de belleza.

Hace casi nueve siglos que LEONARDO DE PISA, matemático italiano del medievo también conocido como FIBONACCI, describió la famosa secuencia del mismo nombre y que consiste en una sucesión que se inicia con 0 y 1 y que continúa con la suma de los dos últimos

números de la secuencia (es decir, 0,1,1,2,3,5,8,...). A simple vista poco o nada parece tener que ver este tipo de secuencias con la construcción de cristales. Pero los cristales son el producto de la traslación espacial repetitiva de una celda concreta, particular para cada tipo de cristalización y que configura una estructura simétrica.

La secuencia cuasiperiódica de Fibonacci se obtiene mediante unas reglas de sustitución bien sencillas. Si cogemos dos segmentos, uno largo (L) y otro corto (C), y los ordenamos según estas sencillas reglas: L pasa a ser LC y C se transforma en L, el resultado será una secuencia infinita LCLLCLLCLL... en la que no existe ninguna pauta periódica, pero sí cuasiperiódica: El número de "L" dividido por el número de "C" tiende a un número irracional muy popular entre los artistas del Renacimiento, el número de oro o áureo, que está directamente relacionado con la geometría del pentágono regular.

Los descubrimientos de Shechtman han permitido producir cristales de muy diferentes tipos. Un fabricante sueco fabricó acero con incrustaciones de cuasicristales para hojas de afeitar e instrumental para operaciones oftalmológicas.

Los cuasicristales, también llamados "sólidos cuasiperiódicos", son malos conductores de la electricidad, aunque su conductividad aumenta con la temperatura, y extremadamente duros y resistentes a la deformación, por lo que se emplean para recubrimientos protectores antiadherentes.

Estos cuasicristales, por sus propiedades especiales, siguen siendo analizados para determinar su potencial tecnológico. En la actualidad, otros equipos de investigación están desarrollando futuras aplicaciones de estos cuasicristales, que van desde la fabricación de sartenes hasta la construcción de motores diésel, diodos que consuman menos energía y aislantes térmicos. Los cuasicristales con titanio, además, pueden servir para el almacenamiento de hidrógeno. Tal vez también se encuentre una aplicación en la transformación de calor en energía eléctrica.

Durante siglos se pensó que los cristales eran simplemente sólidos que tenían una superficie plana en cuya superficie se cruzaban ángulos característicos. Esto es lo que vemos a menudo en las exposiciones de minerales

en los museos de Historia Natural. Estos cristales se caracterizaron, según como se les describió a inicios de 1900, por mantener una rigurosa periodicidad.

El cristal que Shechtman descubrió, así como decenas de otros cristales que se han descubierto desde 1982, han sido nombrados “*cuasicristales*”, que es la abreviatura de “*cristales cuasiperiódicos*”. Con los descubrimientos de Shechtman la comunidad científica logró crear otros tipos de cuasicristales, aunque algunos existen de forma natural entre las muestras minerales recogidas en un río ruso.

El Premio Nobel de Química 2011 ha alterado fundamentalmente la forma de concebir la materia sólida por los químicos.

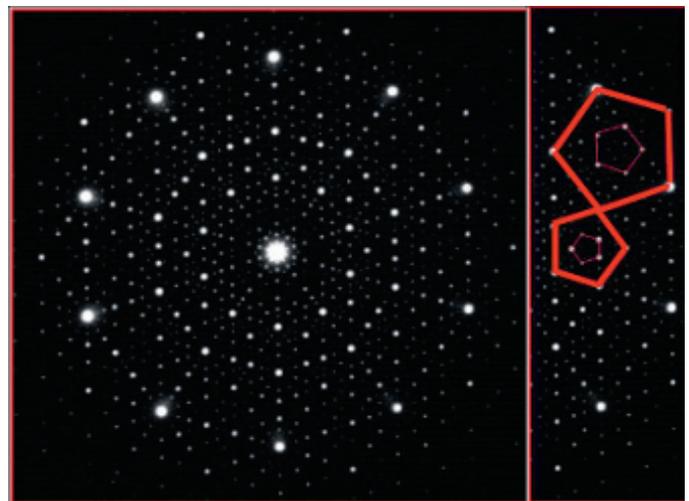
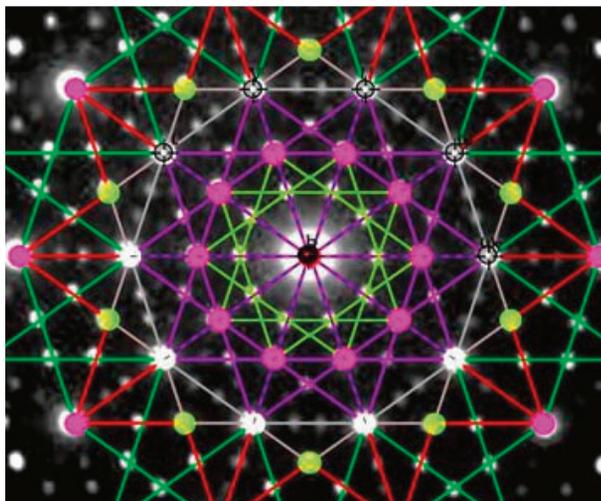


Figura 3. Modelo atómico de un cuasicristal icosaédrico (izquierda) y su correspondiente figura de difracción de electrones (derecha).

BREVE HISTORIA DEL GALARDONADO

DANIEL SHECHTMAN nació en 1941 en Tel Aviv. Tras doctorarse en 1972, trabajó en los Laboratorios de Investigación Wright Patterson AFB, en Ohio (Estados Unidos) y tres años más tarde entró en el Departamento de Ingeniería de Materiales del Instituto de Tecnología de Israel, Technion, como doctor profesor de cátedra.

El 8 de abril de 1982, Shechtman descubrió una estructura cristalina considerada hasta entonces como imposible. Shechtman mostró que los átomos llenaban un patrón que no podían repetir. Sus hallazgos fueron tan controvertidos para la opinión científica que en un inicio se le pidió que dejara su grupo de investigación. No obstante, libró una dura batalla por dar a entender esta nueva concepción de la realidad de los átomos, lo cual forzó a los estudiosos del tema a reconsiderar la naturaleza misma de la materia.

A fines de 1984 fueron publicados finalmente dos artículos de Shechtman y varios de sus colaboradores. Así, los cuasicristales fueron aceptados en el mundo científico.

Shechtman ha sido reconocido en los últimos años con los siguientes galardones: el de la Sociedad Europea de Investigación de Materiales (2008), el Gregori Aminoff de la Real Academia de las Ciencias de Suecia (2000), el Wolf de Física (1999), el Rothschild de Ingeniería (1990) y el Premio Internacional por Nuevos Materiales de la Sociedad de Física Americana (1988). Pertenece desde el año 2000 a la Academia Nacional de Ingeniería de los Estados Unidos y desde 2004, a la Academia Europea de las Ciencias.

Dolores Picón Zamora
Dpto. de Ciencias Analíticas