

El Premio Nobel de Química (2011)

¿Los números siguientes responden a algún orden?: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233. Aparentemente no, y eso es así porque tendemos a pensar en secuencias regulares como, por ejemplo: 2, 4, 6, 8, 10, ..., en las que se existe periodicidad. Aunque si nos fijamos algo más los números de la primera secuencia podemos comprobar que son cada uno el resultado de la suma de los dos anteriores; así, el siguiente número de esta serie sería el 377, y el siguiente el 610, después 987, ... Esta secuencia, conocida como serie de Fibonacci -matemático de la república de Pisa que vivió entre los siglos XII y XIII-, es un buen ejemplo de que existe también el orden, la regularidad, aunque no hay periodicidad.

Si visualizamos o recordamos algunos de los coloridos mosaicos de la Alhambra seguro que nos parecen ordenados, sin embargo, suelen responder a lo que se conoce como patrones "Girih" que es el resultado de la combinación de polígonos regulares diferentes, por ejemplo, decágonos, triángulos, pentágonos, rombos, ... Esto es nuevamente un orden observado fruto de una secuencia no periódica.

¿Y el premio Nobel de química de 2011? Dan Shechtman es galardonado por el descubrimiento de los cuasicristales. https://s3.eu-de.cloud-object-storage.appdomain.cloud/kva-image-pdf/assets/globalassets-priser-nobel-2011-kemi-pop_ke_en_11.pdf

Para entender qué es un cuasicristal conviene tener claro qué es un cristal. En química se dice que un sólido tiene estructura cristalina, de cristal, cuando la posición que ocupan sus átomos responde a un patrón periódico y repetitivo. Así, existen cristales con simetrías diversas, por ejemplo, la séxtuple, en la que cada átomo está rodeado de otros seis de modo que al girar la imagen 60 grados se recupera la imagen inicial. También hay simetrías triples y cuádruples, pero no quintuples, ni superiores a la séxtuple; con papel y lápiz es fácil entenderlo. Hasta aquí, todo ordenado, repetitivo, periódico. Sin embargo, de un modo comparable a la serie de Fibonacci o a los mosaicos islámicos, existen sólidos que los que sus átomos están ordenados, pero no de forma periódica; esto es un cuasicristal.

En su primer trabajo (1982) Shechtman describe una aleación de aluminio y manganeso que observada con un microscopio electrónico generaba una imagen que respondía a una simetría decádica, -cada átomo rodeado por diez-, en una imagen que girada 36 grados -la décima parte de la circunferencia- repetía la inicial. "No puede haber tal criatura" expresó Shechtman, tras constatar el resultado y verificar que no estaba introduciendo ningún error, porque observaba una simetría que era -o mejor, se consideraba- imposible. Así lo recogían todos los textos. El intento de publicarlo fue fallido.

El convencimiento de que el experimento bien hecho tiene más valor que el conocimiento establecido llevó a Shechtman a mantener sus tesis, aunque perdiera su contrato en el grupo de investigación, a buscar colaboradores y a insistir ante los editores de las revistas científicas -con rechazos inmediatos a su propuesta- de modo que en noviembre de 1984 se publica con Cahn, Blech y Gratias en *Physical Review Letters*, el artículo que presenta el sólido "de simetría imposible". <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.53.1951>.

Mucho antes, en los años 60, Roger Penrose -premio Nobel de Física en 2020- resuelve el reto matemático consistente en crear un mosaico sin secuencia repetitiva, un mosaico aperiódico, mediante la combinación de dos piezas, un rombo ancho y otro estrecho. En 1981 el cristalógrafo Alan Mackay (Birkbeck University, Londres) ubica un círculo en los puntos de intersección del mosaico de Penrose y obtiene como resultado una imagen similar a la observada por Shechtman en su primer cuasicristal, un patrón de difracción de simetría decádica. Uno de los revisores del artículo, Steinhardt, conocedor del trabajo de Mackay, reconoció la similitud. Cinco semanas después Paul J. Steinhardt y D. Levine publican un nuevo artículo en el que se usa por primera vez el término cuasicristal y su relación con los mosaicos aperiódicos. <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.53.2477>

El artículo original de Dan Shechtman suponía cuestionar la verdad más establecida de la cristalografía: todos los cristales responden a patrones periódicos que se repiten. Sin embargo, el sólido de Shechtman tenía una simetría quintuple, imposible para el conocimiento establecido. Pero no fue fácil. Después del artículo de 1984 las críticas se mantenían, pero muchos otros científicos revisaron sus datos anteriores -descartados como erróneos o sin explicación- encontrando nuevos ejemplos de orden no periódico, de cuasicristales.

Lo definitivo ocurre en 2009 -dos años antes de la concesión del premio- cuando se descubre un mineral en el río Khatyrka, el este de Rusia, compuesto por aluminio, cobre y hierro que responde a una simetría decádica -regular pero no periódica-, un cuasicristal en la naturaleza. Antes, en 1992, la Unión Internacional de Cristalografía modifica su definición de cristal para dar cabida a esta nueva situación. Ahora un cristal es cualquier sólido que tenga un diagrama de difracción discreto, no un empaquetamiento tridimensional repetitivo y regularmente ordenado.

La historia de Dan Shechtman no es única en la ciencia. Mantener la mente abierta, cuestionar el conocimiento establecido son buenas recomendaciones para avanzar en ciencia, aunque no siempre vayas a recibir el Nobel. Pero además de todo esto, ¿los cuasicristales son útiles para algo?

Los cuasicristales son duros, son malos conductores del calor y de la electricidad y presentan bajos coeficientes de fricción (superficies antiadherentes). Se desarrollan como materiales para transformar calor en electricidad (materiales termoeléctricos), utilizables para vehículos eléctricos; como revestimientos de variados objetos -desde sartenes a LEDs; aunque su aplicación más establecida es la fabricación de aceros, resistentes y delicados, especialmente útiles en su contacto con la piel y su uso como material quirúrgico. El propio galardonado lo describe bien en esta entrevista. <https://www.technologyreview.com/2011/10/12/190784/the-quasicrystal-laureate/>

El premiado

Dan Shechtman (1941, Tel Aviv, Israel). Doctor (1972, Instituto de Tecnología de Israel, Haifa, Israel). *Distinguished Professor*, Instituto de Tecnología de Israel, Haifa, Israel.