

La tabla periódica de las formas geométricas

Un equipo de investigadores prepara un catálogo de formas similar a la tabla periódica de los elementos de la química y que pueda ser útil a disciplinas como la física y la robótica

Pura C. Roy

En el siglo XIX, un brillante científico pensó que se podían organizar y detallar los elementos químicos. El creador de la tabla periódica de los elementos fue Dmitri Ivánovich Mendeléiev. En ella están representados todos los elementos descubiertos en 18 grupos cuyos elementos tienen muchas propiedades similares entre sí. Los dos primeros grupos pertenecen a los metales; del grupo 3 al 12 están los metales de transición, los metales nobles y los metales mansas, y después vienen los elementos no metálicos. La tabla periódica también permite conocer la configuración electrónica de cualquier elemento.

Pero ¿qué pasa con las formas geométricas? Conocemos sus fundamentos, planos, volúmenes y dimensiones. La geometría es una disciplina tan antigua, que pocas veces nos paramos a pensar que quedan muchas configuraciones por conocer. De las tan usadas actualmente como son las tres dimensiones, hemos pasado a pensar en la cuarta y también en la quinta dimensión. Las tres dimensiones del espacio se conocen como longitud, anchura y profundidad. La cuarta dimensión, por tanto, es la dirección en el espacio. La mayoría de la gente está familiarizada con la idea de las formas tridimensionales, pero resulta difícil imaginar formas de cuatro o cinco dimensiones. Sin embargo, comprender este tipo de formas es realmente importante para muchos aspectos de la ciencia.

Por ello, un equipo internacional de investigadores se ha propuesto proporcionar a los matemáticos su propia tabla periódica pero de formas, que serían como los ladrillos básicos de formas más complejas. Los investigadores, del Imperial College de Londres, el Grupo de Álgebra Computacional de la Universidad de Sidney e instituciones de Japón y Rusia, tienen como objetivo identificar todas las formas en tres, cuatro y cinco dimensiones que no pueden dividirse en otras formas, además de analizar las relaciones entre componentes.

Uniendo todas estas formas de la misma manera que la tabla periódica vincula los grupos de elementos químicos, la nueva tabla debería proporcionar un recurso que matemáticos, físicos y otros científicos puedan usar para cálculos e investigación en un amplio grupo de áreas, incluyendo visión computacional, teoría de números y física teórica. Cuando finalice su estudio se podrían definir los pilares básicos de todas las formas posibles del universo.

Ecuaciones simples

“Nuestro trabajo tiene como objetivo crear un directorio con todos los bloques básicos geométricos y separados según las propiedades de cada uno usando ecuaciones relativamente simples. La tabla periódica es una de las herramientas más importantes en química. En ella se describen los átomos que forman la materia y se

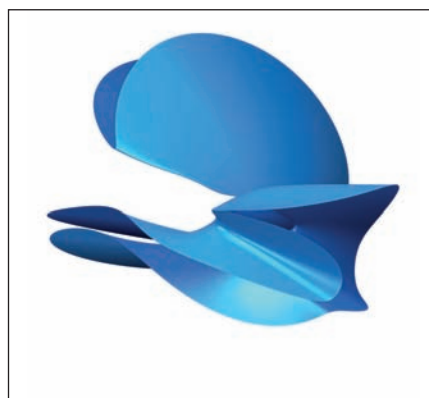
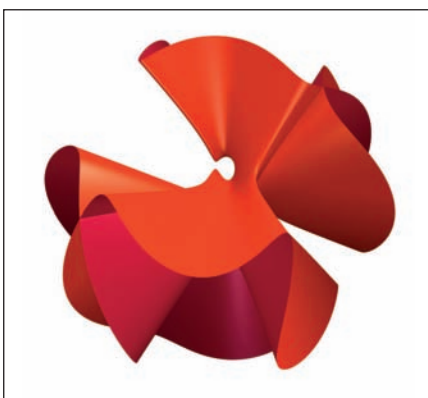
explican sus propiedades químicas. Con nuestro trabajo queremos lograr un equivalente para formas de tres, cuatro y cinco dimensiones”, explica Alessio Corti, investigador del Departamento de Matemáticas del Imperial College de Londres (Reino Unido) y coordinador del proyecto.

A través de ecuaciones diferenciales (un tipo de ecuación matemática que expresa la relación entre una función y sus derivadas) se pueden describir las formas básicas en términos de flujo. El matemático italiano Gino Fano usó una técnica durante la década de 1930 para encontrar nueve formas atómicas bidimensionales. La actual aproximación, de Corti y su colega Vasily Golyshev, está basada en las ideas de la Teoría de Cuerdas para encontrar formas atómicas en dimensiones superiores. “Estamos buscando formas especiales, llamadas variedades de Fano, que son los elementos de nuestra tabla periódica de formas”, dice el equipo en su *blog*.

Aún no saben el número de formas que encontrarán con estas características, pero calculan que debe haber alrededor de 500 millones de formas que pueden ser definidas algebraicamente en cuatro dimensiones, y anticipan que encontrarán unos cuantos miles de piezas básicas con las que estas formas están a su vez hechas.

Entre ellas esperan identificar varios miles indivisibles. “Estas piezas básicas se pueden considerar como si fueran áto-

Visualización de modelos geométricos de distintas formas en tres dimensiones de las llamadas variaciones de Fano.



mos y las formas más grandes como moléculas. El siguiente reto consiste en entender cómo dependen las propiedades de las formas grandes de los átomos que las forman. En otras palabras, “queremos generar una teoría química de las formas”, aclara Tom Coates, especialista en geometría y topología y miembro del equipo.

Multidimensión

El equipo de Corti analizará formas que implican dimensiones que no pueden verse en un sentido convencional en el mundo físico. Éste es uno de los retos de su investigación, ya que la complejidad multidimensional de muchas de estas formas no es completamente visible. Considerar el concepto de tiempo como una cuarta dimensión añadida a las tres que dan forma a la realidad cotidiana no resulta sencillo. Por si fuera poco, el proyecto estudiará hasta cinco dimensiones. El espacio-tiempo descrito en la Teoría de la Relatividad de Einstein tiene cuatro dimensiones, las tres espaciales más el tiempo. Los teóricos de cuerdas creen que el universo está hecho de dimensiones ocultas adicionales que no pueden verse.

SE CALCULA QUE HAY UNOS 500 MILLONES DE FORMAS QUE PUEDEN SER DEFINIDAS ALGEBRAICAMENTE EN CUATRO DIMENSIONES

Tom Coates ha creado un programa de modelado por ordenador que debería permitir a los investigadores observar los ladrillos básicos de estas formas multidimensionales a partir de un conjunto de cientos de millones de formas. Los contribuyentes del Grupo de Álgebra Computacional de Sidney, liderados por John Cannon, también han desarrollado una herramienta de *software* matemático muy potente llamada Magma para ayudar en el descubrimiento de las variedades de Fano.

Coates señala: “Magma es una herramienta de *software* muy flexible que resolverá muchos problemas matemáticos, pero el Grupo de Álgebra Computacional ha añadido algunas características extra a Magma para ayudarnos en nuestra búsqueda de variedades de Fano, y han ajustado su *software* para hacer que nuestra búsqueda sea más eficiente”.



De izquierda a derecha, David Martínez-Martin, Rubén Pérez, Agustina Asenjo, Julio Gómez-Herrero y Miriam Jaafar, autores de la investigación publicada en *Physical Review Letters*. Foto: Pablo Ares (Nanotec Electronica)

El grafito, un material emergente

Una nueva metodología revela que los escalones de este mineral de gran interés industrial no presentan carácter ferromagnético

El premio Nobel a Andre Geim y Konstantin Novoselov por sus trabajos pioneros en el desarrollo del grafeno, un material bidimensional útil para el desarrollo de dispositivos electrónicos flexibles y más eficientes, como ordenadores, pantallas táctiles y paneles solares, ha puesto en el punto de mira del interés científico el grafito, que en su humildad puede ser utilizado para un simple lapicero y en un grado más ambicioso es codiciado por las industrias de tecnología punta. Constituido únicamente por átomos de carbono, su estructura se compone de delgadas láminas, de espesor atómico, conocidas como grafeno (el premio Nobel de Física de 2010 ha tenido como principal motivo el aislamiento individual de estas láminas).

A pesar del interés despertado, el grafito todavía sigue escondiendo el origen de algunas de sus propiedades físicas. Durante los últimos 10 años, ha sido protagonista al descubrirse en él evidencias de un inesperado comportamiento ferromagnético, similar al de un imán permanente, en regiones localizadas de tamaño nanométrico asociadas con defectos de la red cristalina que lo forma.

Pero investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (del CSIC), en un estudio publicado recientemente en la revista *Physical Review Letters*, han explicado el origen de este exótico comportamiento del grafito. Los resultados revelan que los escalones de grafito no presentan carácter ferromagnético.

David Martínez, Miriam Jaafar, Rubén

Pérez y Julio Gómez-Herrero (de la UAM) junto con la investigadora Agustina Asenjo, del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (perteneciente al CSIC), han conseguido desarrollar una nueva metodología que permite, por fin, la separación correcta de las interacciones eléctricas y magnéticas en sistemas nanoscópicos.

El trabajo confirma también que la señal observada a lo largo de los escalones del grafito es independiente del campo magnético externo aplicado, corroborando la naturaleza no magnética de la señal observada en tales defectos cristalinos. El equipo cree que el método permitirá avanzar en el conocimiento de los procesos que tienen lugar a escalas atómica y molecular.

Aplicaciones industriales

Los vehículos eléctricos precisan de una batería de ion-litio, igual que los móviles, las tabletas y los ordenadores portátiles. Una pila de ese tipo utiliza 10 veces más grafito que litio. Además, el grafito tiene también importantes aplicaciones en la industria siderúrgica y la aeronáutica y un creciente peso en el futuro de las energías nuclear y fotovoltaica. Con el grafito se puede crear grafeno, el material más conductor y resistente que existe, futuro sustituto del silicio en la fabricación de microprocesadores, según los expertos.

El grafito se encuentra en yacimientos naturales, pero también puede producirse artificialmente a través del petróleo, aunque es muy caro. Los expertos estiman que el mercado mundial del grafito alcanzará los 7.500 millones de dólares en 2015.