



La ciencia al día

¿Un nuevo superpoder de Clark Kent?

J. R. Martínez Mendoza

Clark Kent, mejor conocido en el mundo de los comics como Superman, cuenta con una serie de poderes que se manifiestan en nuestro planeta Tierra debido a su carácter extraterrestre; procedente del extinto planeta Kriptón de una lejana Galaxia, Kal-El a la postre Superman es mandado a la Tierra y recogido por Jonathan y Martha Kent, un matrimonio sin hijos y bautizado como Clark Kent. Por supuesto es ficción, pero sus creadores le confirieron una serie de superpoderes que le ayudan a hacer el bien en la ciudad de Villachica en Metrópolis, así Superman corre a altas velocidades, vuela, tiene vista de rayos-X, concentra energía con los ojos y es capaz de destruir paredes y quemar objetos y principalmente, tiene una fuerza descomunal.

Justamente este último poder es el que le ayuda a configurar su nueva propiedad; resulta que su fuerza le permite poder tener dientes superconductores. Propiedad que sus creadores Jerry Siegel y Joe Shuster nunca imaginaron.

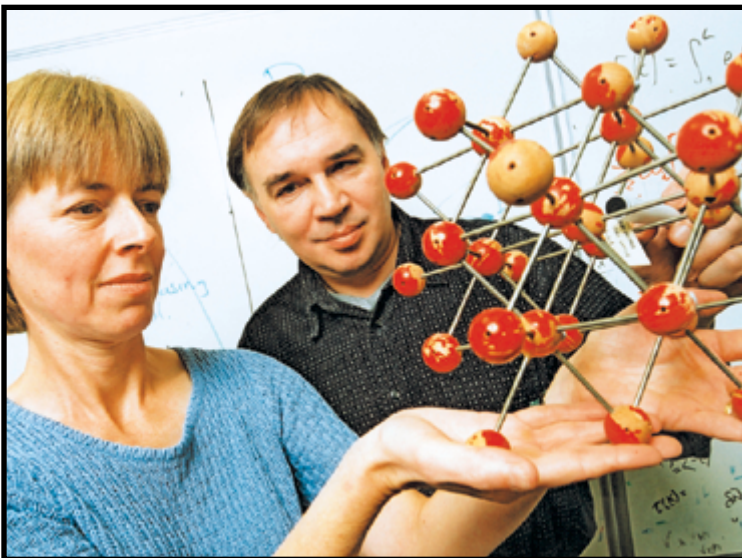
Pasando de la ficción a la realidad, resulta que Sergey Ostanin y Julie Staunton, dos investigadores de la Universidad de Warwick en el Reino Unido, han constatado que el fósforo que se encuentra en los dientes podría actuar como "superconductor". Sin embargo, para lograrlo, deberíamos apretarlos tan fuerte que sólo Superman podría hacerlo.

Un material conductor es aquel que puede conducir electricidad si establecemos una diferencia de potencial o voltaje, como en los cables de corriente. Para mantener la corriente es necesario tener conectada al material una batería, pues siempre está presente una resistencia eléctrica; un alambre de cobre es un ejemplo de un conductor. En un superconductor se puede mantener una corriente eléctrica sin necesidad de conectarlo a una batería, la corriente fluye por el material sin ninguna pérdida, decimos que la resistencia eléctrica es prácticamente cero.

Esta propiedad fue primeramente observada en 1911 en el mercurio por el físico alemán Heike Kamerlingh de la Universidad de Leiden para lo cual

fue necesario poner el material a 4 grados Kelvin (doscientos sesenta y nueve grados centígrados bajo cero) temperatura a la cual la resistencia eléctrica del material desaparecía. La escala Kelvin de temperatura representa la escala absoluta, esto es, cero grados Kelvin es la menor temperatura, para la cual el movimiento de las partículas subatómicas desaparece. A Kamerlingh le otorgaron el Premio Nobel en 1913 por este descubrimiento.

En 1933 Walter Meissner y Robert Ochsenfeld descubrieron que los materiales superconductores repelen los campos magnéticos. Este fenómeno es conocido como efecto Meissner y es tan intenso que un magneto puede ser levantado sobre un material superconductor.



Ostanin y Staunton mostrando la estructura del fósforo superconductor.

En décadas posteriores se descubrieron otros superconductores metálicos, tanto aleaciones como compuestos. En la década de los ochenta el avance fue vertiginoso obteniéndose superconductores de alta temperatura crítica la cual fue paulatinamente superada desde 13 Kelvin hasta 92 Kelvin (unos ciento setenta y un grados centígrados bajo cero). En 1987 Alex Müller y Georg Bednorz investigadores de los laboratorios de la IBM recibieron el Premio Nobel al obtener un superconductor cerámico a una temperatura de 30 Kelvin. El récord actual, temperatura a la cual se obtiene un superconductor es de 138 Kelvin (ciento treinta y cinco grados centí-

grados bajo cero). Este valor puede ser incrementado unos 30 grados más, aumentando la presión sobre el material. Estos avances propiciaron que muchos físicos del mundo se dedicaran al estudio de la superconductividad. San Luis Potosí no podía ser la excepción, así que en este campo, físicos potosinos publicaron varios resultados como aportaciones al área de la superconductividad.

Con respecto a los resultados de científicos de la Universidad de Warwick, para convertir en superconductor al fósforo, se necesita una presión de 2,5 megabares, unas 30,000 veces superior a la que podemos ejercer los humanos cuando apretamos los dientes.

Los físicos sabían que presiones mucho más bajas, de alrededor de 0,1 megabares, podían convertir al fósforo eléctricamente aislante en una forma química conductora, que permite una superconductividad limitada a una temperatura inferior a los 10 grados Kelvin. Más recientemente, se ha averiguado que cuando se aplica una presión de 2,5 megabares aparece otra forma de fósforo. En efecto, se obtiene entonces una estructura cristalina compuesta por muchos cubos de átomos de fósforo entrelazados. Metales comunes como el hierro y el cromo poseen esta estructura a presiones normales. Sin embargo, no se sabía hasta ahora si esta forma de fósforo podía ser superconductora.

Ostanin y Staunton utilizaron una serie de técnicas físicas teóricas para describir el movimiento de los electrones y las vibraciones iónicas, que demuestran que esta versión de fósforo es incluso mejor superconductora que la mantenida bajo una presión de 0,1 megabares. De hecho, predicen que la estructura del fósforo será superconductora a temperaturas de alrededor de 14 a 22 grados Kelvin.

Los mismos investigadores opinan que existe una manera de mantener la estructura del fósforo sin tener que emplear altas presiones. Tal estructura puede crecer depositando los átomos sobre un sustrato de hierro. Anclando el fósforo de esta forma crearía y mantendría la útil estructura superconductora que se busca. Si la capa de fósforo fuera además colocada entre un par de imanes, se podría obtener un "interruptor superconductor", donde el fósforo podría pasar de serlo a ser un conductor normal y al contrario.

Que recuerde, en los comics nunca apareció Superman mordiendo la lengua o haciendo corajes apretando los dientes, de haberlo hecho sus dientes se hubieran convertido en superconductores.

Correo electrónico: flash@galia.fc.uaslp.mx

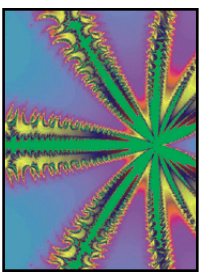
Fractales en todas partes

Dra. Selina R. del C. Ponce Castañeda

Nuestro mundo está constituido por montañas, costas, mares, nubes, plantas, animales, etc.; sin duda alguna es el reino de la forma. Si quisiéramos describirlo, un vistazo rápido podría desalentar todo intento de realizar simplificaciones; más que el reflejo de la perfecta armonía de un mundo sencillo y ordenado, parece ser el dominio de la irregularidad y el caos. Cuerpos amorfos desde rocas hasta planetas, flujos turbulentos desde ríos a tornados, patrones asimétricos que sobrepasan con mucho el número de cuerpos regulares con los que el hombre se ha obsesionado desde el inicio de los tiempos. Azar y desorden en un Universo aparentemente estructurado.

Sin embargo, en este mar de caos, una observación más cuidadosa de la naturaleza muestra que aún dentro de su enorme complejidad existen ciertos patrones que la caracterizan. Una roca es similar a la montaña de la que forma parte; una rama tiene la misma estructura que la del tronco del que nace; como si la decisión hubiera sido repetir la misma forma a diferentes escalas dentro de un mismo objeto, asegurando la preservación de una copia del original a cualquier nivel de amplificación; como si se pensara en generar el máximo nivel de detalle con el mínimo costo en el diseño.

Un helecho, un brócoli o una coliflor son muestras vivas de este juego de la naturaleza en el que el mismo patrón de crecimiento se manifiesta a diferentes escalas, y aunque es verdad que la realidad pone límites a la imaginación, nada nos impide especular



sobre las propiedades de helechos "imaginarios" que aún microscópicamente exhiban características geométricas semejantes a las de la planta completa. Objetos que en sus detalles se repiten a sí mismos, siguiendo una idea semejante a la plasmada en las famosas muñecas de los artesanos rusos.

En 1975, Benoit Mandelbrot, matemático nacido en Polonia, denominó fractales (del latín fractus, fragmentado o roto) al conjunto de formas que, generadas normalmente por un proceso de repetición, se caracterizan por poseer detalle a toda escala, por tener longitud infinita, por no ser diferenciables y por exhibir dimensión fraccional. Los fractales son figuras distintas a las figuras clásicas de la geometría euclidiana: el círculo, la esfera, el cubo, etc. Adicionalmente, construyó con ellas un conjunto de nuevas reglas para explorar la geometría de la naturaleza, y las reconoció como herramientas potencialmente útiles para analizar un gran número de fenómenos físicos.

El interés de Mandelbrot en los fractales nació de su certeza de que "las nubes no son esferas, las montañas no son conos, las costas no son círculos, como la corteza de un árbol no es plana ni un rayo viaja en línea recta. La naturaleza no solamente exhibe un grado mayor sino también un nivel diferente de complejidad. Las aplicaciones de los fractales se han dado en los campos de la física, las matemáticas, la biología, la medicina, la economía, la lingüística, por mencionar sólo algunos. Se podrá apreciar la gran amplitud de temas que es posible tratar con estos novedosos conceptos. Las matemáticas han estado involucradas, sin duda, en éstos avances, desde la aplicación de fórmulas sencillas (como el cálculo de la superficie corporal), hasta el procesamiento digital de imágenes de resonancia magnética, que para muchos médicos se ha conver-



El helecho es un ejemplo de estructura que puede ser descrita por medio de fractales.

tido en una de sus más valiosas herramientas. La geometría fractal, con sus conceptos de autosimilitud y dimensionalidad no entera, ha sido aplicada cada vez más en mecánica estadística, especialmente en sistemas físicos que presentan características aleatorias. Por ejemplo, la simulación con fractales ha sido usada para comprender la distribución de cúmulos de galaxias en el universo; o para estudiar problemas relacionados con el régimen turbulento de fluidos. También, la geometría fractal se ha utilizado en la computación gráfica, donde el uso de los algoritmos fractales ha permitido generar imágenes vívidas de objetos muy irregulares, como paisajes montañosos y las intrincadas ramas de los árboles.

En todos los campos del conocimiento se han dado situaciones que al ser tratadas con los procedimientos en uso no han podido ser explicadas satisfactoriamente. Sólo con el advenimiento de las ideas nuevas es que ha sido posible progresar en el conocimiento de fenómenos antes no comprendidos. Los fractales es un ejemplo de ello.

Hidrógeno, el combustible del nuevo milenio

M. en C. Luis Augusto Gómez de Ibarra

¿Se ha preguntado alguna vez si es posible obtener energía de un combustible con un resultado más eficiente que los convencionales derivados del petróleo, que no contamine nuestra atmósfera, esto es, que sea limpia, que sea de fácil obtención y de bajo costo? ¿Estaremos condenados a seguir utilizando los mismos combustibles fósiles, gas natural o carbón que continúan causando daños irreparables al planeta, y que además se están agotando? La respuesta a esta pregunta es sí; estas alternativas existen, y además una de ellas ya es una realidad, se trata de las llamadas "celdas de combustible". Las celdas son dispositivos electroquímicos, similares en principio a las baterías, pero a diferencia de estas, no consumen sustancias químicas que forman parte de su estructura o que se almacenan dentro de ellas, sino que los reactivos son suministrados desde el exterior, por lo que pueden mantenerse en operación de manera continua.

El efecto se obtiene al producir una reacción química utilizando como combustible al hidrógeno, que al combinarlo con el oxígeno del aire produce energía eléctrica, liberando calor en pequeñas cantidades y dando como subproducto de "desecho" agua. El principio no tiene nada de novedoso, se trata de un proceso de electrólisis, pero a la inversa, descubierto por el inglés Sir William Grove en el año de 1839. A partir de entonces se convirtió en un sueño el poder utilizar este proceso a mediana y gran escala, no cesando los esfuerzos de investigación para desarrollar esta área, pero no es sino hasta en los últimos treinta años en que sus aplicaciones comienzan a rendir frutos.

Una celda individual típica genera un voltaje de corriente directa de entre 0.7 a 0.8 Volt, y una potencia de unos cuantos centésimos de Watt. Luego, las celdas unitarias se ensamblan en serie para formar un módulo de una celda de combustible. Una combinación en serie de un mayor número de módulos produce una planta de celdas de combustible industrial, en las que se pueden aprovechar voltajes y corrientes mayores.

Una de las características más importantes de la celda de combustible, comparada con otra fuente de potencia, es su alta eficiencia y la limpieza del proceso. El hecho de acoplar una celda de combustible a un motor eléctrico produce energía mecánica, de la misma manera que lo hace una máquina de combustión interna cuando se acopla a un alternador; en esta última el proceso de conversión de energía química a eléctrica está limitado por el llamado proceso de Carnot, no llegando nunca su eficiencia real mas allá del 20%. Debido al tipo de combustible, el proceso es ruidoso y altamente contaminante, ya que sus subproductos son principalmente el dióxido de carbono o el monóxido de carbono que, como es sabido, es altamente tóxico, además de varios óxidos de nitrógeno y azufre. Con la celda de combustible es posible obtener un rendimiento hasta del 80%, dependiendo del tipo de electrolito utilizado, además de ser un proceso silencioso y limpio que produce únicamente agua como subproducto.

Para las aplicaciones, las celdas de combustible pueden ser utilizadas en generación de electricidad en pequeña o gran escala, combinando calor y electricidad, en transportes de todos tipos, reemplazando a los motores de combustión interna, así como para aplicaciones de aparatos portátiles, tales como computadoras, herramientas, en comunicaciones, etc.

Las primeras aplicaciones importantes datan de hace aproximadamente treinta años, cuando la NASA las utilizó en el proyecto Apollo, en donde las celdas proveían a la nave tanto de electricidad como de agua potable durante los viajes tripulados, la tecnología utilizada era sueca. Sin embargo, no fue sino hasta finales de la década de los 80's cuando surgió un interés mundial con el fin de desarrollar en gran escala las celdas de combustible, involucrando a un número de investigadores cada vez mayor, considerando la opción de implementar el uso de energías sustentables reduciendo las emisiones que producen el efecto invernadero, y reduciendo las emisiones asociadas con el uso de la energía en el transporte, reduciéndolas a una emisión cero.

La promesa de las celdas de combustible como generadores de electricidad es grande, ya sea en plantas fijas o en la rama del transporte. Las grandes empresas ya lo ven a futuro como un gran negocio. General Motors, Mercedes Benz, Nissan y otras grandes empresas automotrices cuentan ya con prototipos de vehículos impulsados con esta tecnología que podrían lanzar al mercado en un futuro próximo; autobuses de servicio colectivo ya están en operación. Se puede asegurar que las celdas de combustible pueden hacer por la industria eléctrica, lo que las calculadoras de bolsillo han hecho por la industria de la computación, y también que, así como la telefonía celular y la TV satelital han "desconectado" sus respectivas industrias, las celdas de combustible pueden vaticinar una nueva era en la distribución de energía eléctrica.

Los diferentes tipos de celdas utilizadas actualmente se caracterizan por el electrolito utilizado y por su temperatura de operación, una descripción de éstas, así como de los procesos de producción y almacenamiento del combustible hidrógeno, se darán en un próximo artículo.

Correo electrónico: luigomez@avantel.net