

Apuntes

ASTROFÍSICA

Fuego y agua

Mercurio es un mundo de extremos. La temperatura durante el día en el planeta más próximo al Sol puede subir hasta los 400 °C cerca del ecuador, un calor suficiente para derretir el plomo. Al caer la noche, la temperatura en superficie desciende por debajo de los -150 °C.

Sin embargo, algunas zonas de Mercurio son un poco más estables. En el interior de algunos cráteres polares del diminuto planeta, hay regiones que nunca ven la luz del día, por la sombra que les hacen los bordes. La temperatura en esas zonas permanece fría durante el día. Nuevos datos de la sonda MESSENGER de la NASA, presentados en marzo en la Conferencia Anual de Ciencia Lunar y Planetaria, corroboran la antigua hipótesis de que Mercurio tiene bolsas de agua congelada escondidas en esos cráteres umbríos, a pesar de la cercanía del Sol.

Desde el año 2011, la sonda MESSENGER orbita en torno al planeta más interior del sistema solar, cartografiando su superficie con un detalle sin precedentes. Los mapas de los cráteres polares realizados por el satélite concuerdan con imágenes anteriores de los polos, tomadas por radares terrestres, que mostraban algunas áreas anormalmente brillantes (zonas que reflejaban las ondas de radio mucho mejor que el terreno circundante, igual que hace el hielo).

Pero el radar también muestra zonas brillantes en cráteres más pequeños y en latitudes más bajas, que mantienen en su interior temperaturas menos apropiadas para el hielo. Estos depósitos requerirían, posiblemente, una fina capa aislante en su superficie, quizás un material de grano fino (regolito), para evitar la sublimación del hielo.

MATEMÁTICAS

El caso del viajante

¿Es inútil intentar calcular la ruta más corta para visitar un gran número de ciudades? No solo una buena ruta, sino la más corta de todas. Este ejercicio, uno de los retos matemáticos más antiguos, se denomina el problema del viajante (PV).

Hallar un método que resolviera con rapidez todos los casos del PV constituiría un impresionante avance para las



matemáticas. Mediante la teoría de la complejidad, este método nos permitiría solucionar cualquier problema de computación para el que las respuestas pudieran ser verificadas con facilidad. Sin embargo, muchos matemáticos consideran que esto es imposible.

Supongamos que le facilitan la localización de 100.000 ciudades. ¿Es imposible encontrar la ruta más corta? No estamos preguntando por la solución a todos los casos particulares del PV, sino al camino más rápido entre todos esos puntos.

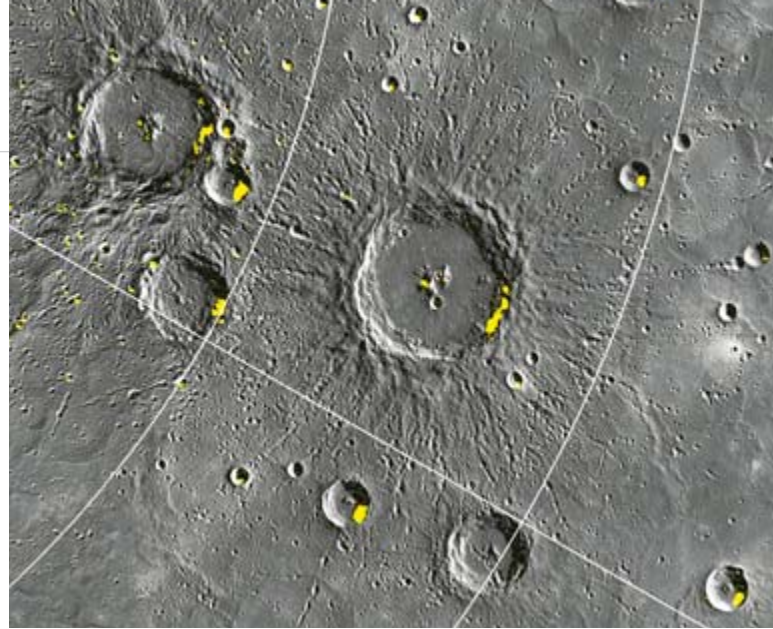
Para enfrentarte al reto, lo mejor es seguir el consejo del viejo entrenador de béisbol Yogi Berra: «Cuando encuentres una bifurcación en la carretera, tómalas». La programación lineal nos permite hacer justamente eso: asignar fracciones a las carreteras que unen pares de ciudades en lugar de decidir al momento si tomar una carretera o no. En este modelo, no hay ningún problema en enviar medio vendedor por cada uno de los ramales. El proceso comienza con la condición de que, para cada ciudad, las fracciones asignadas

a las carreteras de llegada y de salida sumen uno. Después se añaden otras condiciones, que implican la suma de las fracciones asignadas a cada vía. Al final, la programación lineal nos indica la mejor solución para cada una y, por tanto, el recorrido más corto posible.

Debo añadir que 100.000 ciudades no es un reto hipotético. Los cálculos actuales se están ajustando para un conjunto de 100.000 puntos creado por Robert Bosch, de la Universidad de Oberlin, en el que la ruta recorre un dibujo de la Mona Lisa. Puede que no consigamos resolver todos los ejemplos del PV, pero las nuevas ideas pueden ampliar los límites actuales de lo que es resoluble.

A grandes rasgos, la teoría de la complejidad sugiere que el alcance de las técnicas generales de cálculo en la ciencia y en otros campos es limitado. ¿Cuáles son estos límites y en qué medida restringen nuestra búsqueda de conocimientos? De eso trata la investigación del PV.

—William J. Cook



Cráteres en Mercurio cartografiados por la sonda MESSENGER. Las zonas brillantes detectadas por el radar (amarillo) podrían señalar depósitos de hielo.

De hecho, los datos de la sonda MESSENGER parecen confirmar la existencia de algún tipo de material aislante, que cubriría el hielo que pueda haber en los cráteres. Las temperaturas en esas zonas de penumbra son las adecuadas para depósitos de hielo cubiertos por regolito y oscurecidos por compuestos orgánicos, explicó David Paige, de la Universidad de California en Los Ángeles.

Según Paige, los nuevos datos muestran, de forma bastante concluyente, que estas formaciones descubiertas hace tiempo por radares terrestres están compuestas, sobre todo, por agua congelada térmicamente estable.

—John Matson

CORTESÍA DE NASA/LABORATORIO DE FÍSICA APLICADA DE LA UNIVERSIDAD JOHN HOPKINS INSTITUCIÓN CARRIE DE WASHINGTON (Mercurio); THOMAS FUCHS (dibujo)

Más sabe la neurona por vieja que por neurona

Durante décadas, los investigadores sabían que nuestra capacidad de recordar las experiencias cotidianas dependía de un fino cinturón de tejido cerebral denominado hipocampo. Se pensaba que las funciones básicas de la memoria, como la formación de nuevos recuerdos y la evocación de los antiguos, eran desempeñadas en este cinturón por grupos diferentes de neuronas. Pero nuevos hallazgos sugieren que las mismas neuronas desempeñan estas dos funciones tan distintas, cambiando de una a la otra conforme envejecen.

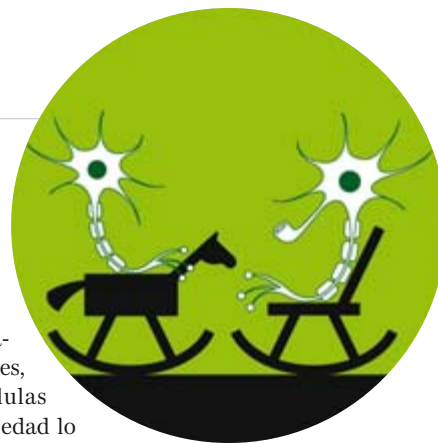
La mayoría de esas neuronas del hipocampo, las células granulares, se desarrollan cuando somos muy jóvenes y se mantienen durante toda la vida. Pero alrededor del cinco por ciento se desarrollan durante la etapa adulta, a través del nacimiento de nuevas neuronas (neurogénesis). Comienzan formando nuevos recuerdos y, con el transcurso del tiempo, pasan a evocar el pasado. Las células granulares más nuevas toman el relevo, asumiendo el trabajo de formar nuevos recuerdos. Susumu Tonegawa y sus colaboradores, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, publicaron sus hallazgos en el número del 30 de marzo de la revista *Cell*.

El equipo de Tonegawa investigó el papel de estas células nuevas mediante la modificación genética de unos ratones en los que las células de más edad podían desactivarse de forma selectiva. Después, hicieron que los ratones recorriesen una serie de laberintos y se sometiesen a ensayos de miedo condicionado. Los resultados demostraron que las células granulares

jóvenes eran esenciales para la formación de recuerdos separados de sucesos similares, mientras que las células granulares de mayor edad lo eran para la evocación de sucesos del pasado mediante pequeños estímulos. Ello sugiere que las alteraciones de la memoria comunes al envejecimiento y al trastorno de estrés postraumático pueden estar relacionadas con un desequilibrio entre las células granulares jóvenes y las de mayor edad. Según Tonegawa, si uno no tiene una cantidad normal de células jóvenes, es posible que no logre distinguir dos sucesos que una persona sana vería como diferentes. Al mismo tiempo, el exceso de células de mayor edad facilitaría el recuerdo de experiencias traumáticas, desencadenado por estímulos actuales.

Investigaciones previas han demostrado que tanto las experiencias traumáticas como el envejecimiento natural pueden provocar que se produzcan menos neuronas nuevas en el hipocampo. Sin embargo, aún no se ha descubierto una relación causa-efecto entre los trastornos de la memoria y los problemas de la neurogénesis. Si se hallara tal conexión, este trabajo estaría abriendo la puerta a un nuevo tipo de tratamientos, dirigidos a la estimulación de la neurogénesis. De hecho, ya está cambiando nuestra visión de la memoria.

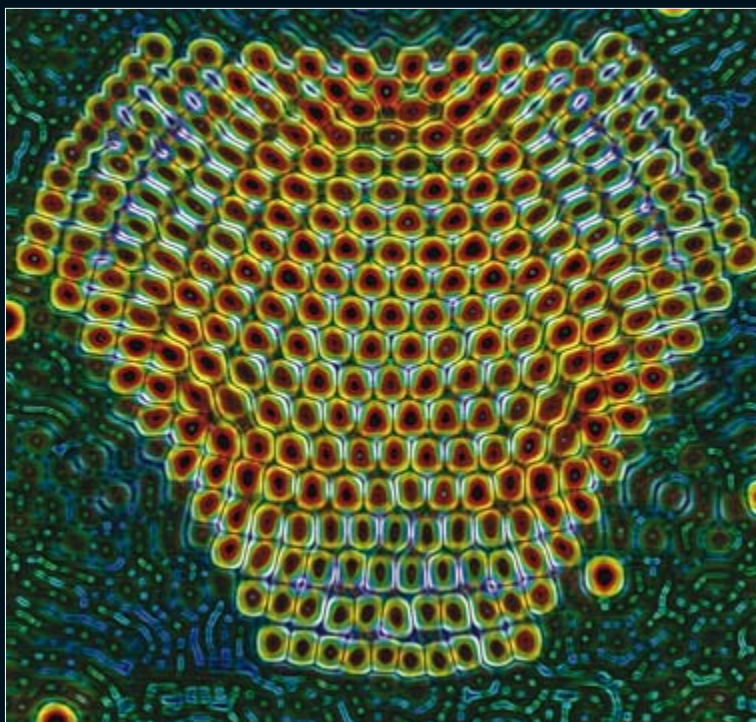
—Meehan Crist



¿QUÉ ES ESTO?

El entramado en forma de panal de abejas constituye uno de los patrones favoritos de la naturaleza. En el cristal bidimensional de átomos de carbono que conforma el grafeno, esta estructura surge debido a los enlaces entre los átomos. Kenjiro K. Gomes, de la Universidad Stanford, y sus colaboradores han fabricado un material en forma de panal de abejas de una forma nueva y sorprendente. Colocan moléculas de monóxido de carbono a intervalos regulares sobre la superficie de un cristal de cobre, creando una imitación de una capa de grafeno (las moléculas añadidas aparecen como puntos negros). Mediante la manipulación del patrón, investigan el modo en que las variaciones estructurales a pequeña escala modifican las propiedades eléctricas de un material. En la imagen, una estructura en forma de panal ligeramente deformado obliga a los electrones a comportarse como si estuviesen sujetos a intensos campos magnéticos. Estos «materiales de diseño» pueden llevar al descubrimiento de una física nueva y exótica.

—Davide Castelvecchi



GEOLOGÍA

¡Por allí resopla!

A menudo se producen terremotos antes de las erupciones volcánicas explosivas, como el devastador estallido del monte Santa Elena en 1980. Sin embargo, los intentos de utilizar los temblores para predecir el momento y la fuerza con que estas se producirán han fracasado durante décadas. Ahora, dos grupos de expertos han desarrollado modelos que podrían advertir de erupciones desastrosas horas o días antes de que sucedan.

Un equipo de la Universidad de Leeds ha investigado por qué los temblores volcánicos se producen en grupos y por qué se originan a múltiples profundidades en el interior de los volcanes. La respuesta puede residir en el comportamiento del magma: lo mismo que la plastilina, se rompe si se estira rápidamente. Cuando el magma sube por el conducto principal de un volcán, se abren profundas grietas en el mismo. Estas lo debilitan, contribuyendo a la formación de nuevas rupturas y al aumento de la velocidad del mismo, lo que, a su vez, provoca una fragmentación aún mayor.

Esas rupturas podrían explicar la gran cantidad de terremotos volcánicos de baja frecuencia que se han detectado en el pasado. El análisis de estos temblores determinaría la velocidad con que está ascendiendo el magma. Según Jürgen Neuberg, uno de los investigadores, este conocimiento resultaría útil para prevenir las erupciones. Él y su colaborador, Mark Thomas, explicaron sus hallazgos en la edición en línea del 2 de marzo de la revista *Geology*.

Un modelo desarrollado por otro equipo considera que los temblores son creados por columnas de magma en el interior del volcán, que se mueven hacia adelante y hacia atrás por su



Monte Santa Elena, 1980.

conducto principal como la varilla de un metrónomo. La frecuencia con la que se produce este movimiento se ajusta a la frecuencia dominante de los terremotos volcánicos, afirma Mark Jellinek, de la Universidad de la Columbia Británica, que describió el trabajo de su grupo en el número del 24 de febrero de 2011 de *Nature*.

Según el modelo, conforme las erupciones explosivas se acercan, la frecuencia de los temblores aumenta de forma predecible. Las erupciones generan gas que comprime la columna de magma y la obliga a adoptar una forma más rígida y fina, que oscila con mayor rapidez. Ambos equipos de investigación afirman que necesitan perfeccionar sus modelos con datos adicionales de volcanes. Cualquier intento futuro de predecir este tipo de erupciones deberá tener en cuenta los cambios en las emisiones gaseosas y la manera en que los volcanes se deforman antes de las mismas. Neuberg afirma que, si se unen todos estos datos, podrían prevenirse grandes tragedias.

—Charles Q. Choi

SALUD PÚBLICA

El último gusano

Una plaga que ha perseguido a la raza humana desde la antigüedad está cerca de convertirse en la segunda enfermedad humana erradicada, después de la viruela. Pronto desaparecerá del planeta el último gusano de Guinea, afirma Jimmy Carter, expresidente de Estados Unidos, cuyo Centro Carter ha liderado el esfuerzo de erradicación.

A diferencia del famoso programa de erradicación de la polio, el proyecto para eliminar la dracunculiasis, o enfermedad del gusano de Guinea, ha pasado inadvertido para el gran público. El mal, que afecta a algunas de las comunidades más pobres y remotas de África (el 97 por ciento de los casos se producen en Sudán del Sur), consiste en una infección parasitaria causada por el nemátodo *Dracunculus medinensis*. Es la única enfermedad que se transmite solo a través del agua potable y los humanos constituyen su único anfitrión, afirma James Hughes, profesor de medicina y salud pública en la Universidad Emory. El parásito se extiende cuando los aldeanos consumen agua que contiene pulgas con larvas de gusano de Guinea. Las larvas crecen



dentro del cuerpo humano y emergen al cabo de un año como gusanos adultos de entre sesenta y noventa centímetros de longitud; salen, por lo general, a través de la pierna o el pie. Es un proceso terriblemente doloroso y, a menudo, los que lo sufren sumergen la pierna en agua para refrescar la sensación de quemazón, con lo que hacen reiniciar el ciclo.

Desde 1986, los grupos como el Centro Carter han distribuido entre los aldeanos filtros de agua hechos de tela y han formado a los residentes sobre las medidas necesarias para impedir que se propague la infección. También han aplicado en algunos casos un larvicida, Abate, para controlar la presencia de pulgas en el agua potable.

Hasta ahora, los esfuerzos han dado lugar a una reducción del 99 por ciento en las infecciones, afirma Sharon Roy, de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de Estados Unidos. En 1986, se produjeron 3,5 millones de casos, frente a los 1060 de 2011 y solo 5 en los primeros meses de 2012.

—Roxanne Nelson

Mulas microbianas

Puede que la idea de minúsculos robots que nadan por nuestro torrente sanguíneo atacando a los invasores no haya cruzado aún la frontera entre la fantasía científica y la ciencia, pero podría haber una forma de acelerar su desarrollo.

En lugar de diseñar máquinas diminutas desde la nada, algunos científicos están experimentando con la idea de enrollar a las miles de especies de bacterias que ya se encuentran en nuestro cuerpo. En estos últimos años, los investigadores han cargado diversos microorganismos con nanopartículas muy útiles y fragmentos de ADN. Aunque los trabajos son preliminares, algunos expertos ven en ello un gran potencial. El pasado mes de marzo, en el Congreso y Exposición Nacional bianual de la Sociedad Estadounidense de Química en San Diego, David H. Gracias, de la Universidad Johns Hopkins, explicó cómo él y sus colaboradores habían decorado bacterias *Escherichia coli* no patógenas con pequeñas bolas, barras y medias lunas fabricadas con níquel y estaño, y recubiertas de oro.

Una vez dentro del cuerpo, dichas nanopartículas pueden ser calentadas desde lejos con luz infrarroja, destruyendo así los tejidos enfermos. Gracias sueña con persuadir a las bacterias para transportar nanopartículas esponjosas empapadas en medicamentos y con dotarlas de herramientas miniaturizadas para

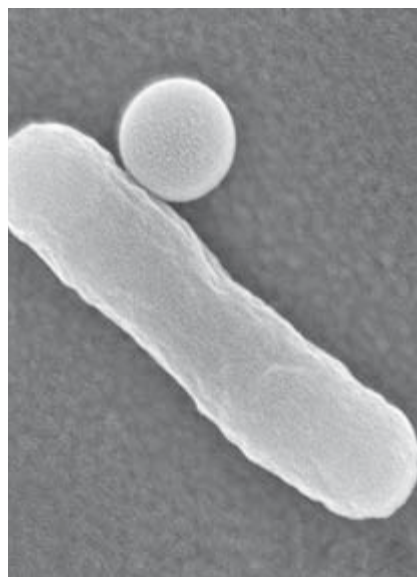
realizar operaciones quirúrgicas en células individuales.

Estudios similares de otros investigadores confirman que las bacterias modificadas pueden transportar paquetes médicos directamente al interior de células enfermas o cancerosas. En un trabajo anterior, Demir Akin, ahora en la Universidad Stanford, y sus colaboradores adsorbieron el gen de la luciferasa (que hace que las luciérnagas brillen) a la bacteria *Listeria monocytogenes*, responsable de muchos casos de intoxicación alimentaria. Luego inyectaron los gérmenes a ratones vivos. Tres días después, los roedores brillaban al ser observados con una cámara especial, lo cual confirmaba no solo que las bacterias se habían introducido en sus células, sino también que los núcleos habían expresado el gen. Akin diseñó los pequeños robots vivientes para que liberaran su carga de ADN en el interior de células de mamíferos y reprodujo estos resultados en células cancerosas humanas en placas de Petri.

La ventaja de *L. monocytogenes* reside en que ha desarrollado, de forma evolutiva, medios para introducirse en células animales; pero no es inofensiva. En cambio, numerosas cepas de *E. coli* sí son inofensivas, pero no tienen adaptaciones específicas para penetrar en las células. La clave, afirma Douglas Weibel, de la Universidad de Wisconsin-Madison, estriba en trabajar con un microorganismo no patógeno, que sea buen nadador y no tenga problemas para entrar en las células de mamíferos. En un estudio, Weibel colocó un yugo nanométrico de bolitas de poliestireno en algas verdes unicelulares y luego dirigió el movimiento de los «microbueyes» (las algas se mueven hacia la luz) —un experimento pionero que luego inspiró otros trabajos.

Weibel sigue fascinado por las investigaciones en curso. Resalta que las bacterias han desarrollado, a lo largo de la evolución, una sorprendente motilidad; que perciben cambios en su entorno y se adaptan, no solo a corto plazo, sino también a nivel genético. Y si no logramos que operen a modo de «repartidores» en el cuerpo humano, podrían resultar útiles para el transporte de nanopartículas en el laboratorio. ¿Quién sabe qué adelantos se habrán conseguido dentro de cincuenta años?

—Ferris Jabr



Una bacteria *E. coli* (barra) con una partícula asociada.

CORTESÍA DEL LABORATORIO DAVID H. GRACIAS (E. coli); MUSEO HIDROELÉCTRICO DE CAPDELLA (central hidroeléctrica)

EXPOSICIONES

Hasta el 12 de agosto

Ötzy, la momia del hielo

Museo de Arqueología de Cataluña
Barcelona
www.mac.cat

La energía que nos mueve

Museo de la Ciencia y el Agua
Murcia
www.cienciayagua.org

Dimensión Nano

Museo de la Ciencia y la Técnica de Cataluña
Terrassa
www.dimensionano.cat

¡Epidemia! Cómo las enfermedades han modelado la historia de la humanidad

Cosmocaixa
Barcelona
www.obrasocial.lacaixa.es

Museo Hidroeléctrico de Capdella – Nuevo

Sistema de museos del mNACTEC
La Torre de Cabdella
Lérida
www.vallflosca.net/museu.php



OTROS

Del 5 al 25 de agosto – Simposio internacional

Cosmología moderna: Universo primitivo, CMB y LSS

Centro de Ciencias de Benasque
Pedro Pascual
Benasque
benasque.org/2012cosmology

24 de agosto – Taller

De la excavación al laboratorio

Museo de la Evolución Humana
Burgos
www.museoevolucionhumana.com