

# Apuntes

INGENIERÍA BIOMÉDICA

## Un circuito en cada célula

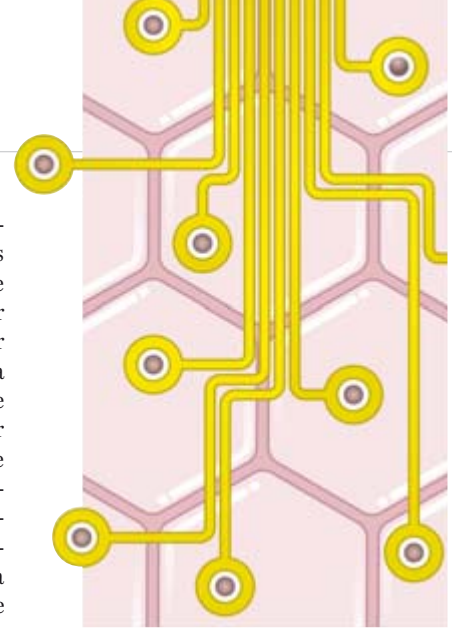
Los especialistas en nanomedicina han soñado durante mucho tiempo con una nueva era en la que se pudieran integrar ordenadores de tamaño molecular en nuestros cuerpos. Los dispositivos monitorizarían nuestra salud y tratarían las enfermedades antes de que empeoráramos. La ventaja de estos ordenadores, que se fabricarían con materiales biológicos, residiría en su capacidad de hablar el idioma bioquímico de la vida.

En tiempo reciente, varios grupos han logrado avances en este campo. Un equipo del Instituto Tecnológico de California ha descrito en la revista *Science* un experimento en el que utilizaban nanoestructuras de ADN, denominadas puertas lógicas de balancín (*seesaw gates*), para crear circuitos lógicos similares a los empleados en los microprocesadores. Del mismo modo que los componentes de silicio utilizan la corriente eléctrica para representar unos y ceros, los circuitos con base biológica usan las concentraciones de moléculas de ADN en un tubo de ensayo. Cuando se añaden al tubo nuevas cadenas de ADN, o «datos de entrada»,

la disolución sufre una cascada de interacciones químicas para dar lugar a otras cadenas de ADN distintas, los «datos de salida». En teoría, la entrada podría estar representada por un indicador molecular de una enfermedad, y la salida, por una molécula terapéutica apropiada. Uno de los problemas más habituales para crear un ordenador en un tubo de ensayo se debe a la dificultad de controlar las interacciones moleculares que se van a producir. La originalidad de las puertas lógicas de balancín es que cada puerta responde solo a cadenas específicas de ADN de entrada.

En un artículo posterior publicado en la revista *Nature*, el equipo del Instituto Tecnológico de California mostró las posibilidades de esa técnica, al construir un circuito a base de ADN que podía resolver un sencillo juego de memorización. Un circuito con memoria que se integrase en células vivas podría reconocer y tratar enfermedades complejas a partir de una serie de datos biológicos.

Hasta ahora, esos circuitos no han podido integrarse en los tejidos vivos, en parte porque aún no pueden comunicarse con las células. Zhen Xie, del Instituto Tecnológico de Massachusetts, y sus cola-



boradores han conseguido hace poco avances en este sentido. Según afirmaron en un artículo publicado en *Science*, diseñaron un circuito a base de ARN, aún más sencillo, que distinguía las células cancerosas de las no cancerosas y, lo que es más importante, haría que las células cancerosas se autodestruyeran.

Esas técnicas se han aplicado solo en medios artificiales. Sin embargo, los progresos realizados en los circuitos a base de ADN permiten albergar esperanzas de que algún día se cumplan los sueños bioinformáticos de numerosos investigadores.

—Tim Requarth y Greg Wayne

## ¿QUÉ ES ESTO?



**Proliferación de medusas:** Como depredadores, las medusas resultan lentas y pasivas. Incapaces de nadar y perseguir a sus presas, la mayoría de ellas se dejan llevar por la corriente y crean pequeños remolinos que atraen la comida hacia sus tentáculos. Sin embargo, en las aguas del mar de Japón o del mar Negro prosperan las medusas como las que se observan en la imagen, mientras que muchos de sus competidores son eliminados por la sobreexplotación pesquera y otros efectos de la presencia humana. ¿Cómo han logrado estos invertebrados dar la vuelta a millones de años de dominio de los peces, aparentemente de la noche a la mañana? José Luis Acuña, de la Universidad de Oviedo, y sus colaboradores sugieren en la revista *Science* que las medusas muestran una eficacia equiparable a la de los peces en capturar a sus presas y convertirlas en energía. De hecho, han preparado el terreno para hacerse con el control del medio, un escenario denominado «océano gelatinoso» por algunos científicos.

—David Biello

THOMAS FLICHS (circuito); CORTESÍA DE ACUÑA FOTOGRAFÍA Y ACUARIO DE GIJÓN (medusas)

## FISIOLOGÍA

### Del polen al poliéster

Los **colétidos** o «abejas del poliéster», presentes en todo el mundo, construyen túneles bajo tierra, de una anchura similar a la de un dedo meñique, en los que ponen sus huevos. Para proteger a sus larvas del calor, el frío, los hongos, las bacterias y otros peligros, las abejas cubren estos túneles con una sustancia transparente, parecida al celofán. Las larvas viven bajo tierra la mayor parte del tiempo, en estas celdas reforzadas.

Debbie Chachra, profesora de ciencia de los materiales en la Escuela de Ingeniería Franklin W. Olin, en Massachusetts, se enteró por casualidad de su existencia en Internet. Más adelante, solicitó muestras de sus nidos al Museo de Historia Natural de Nueva York. Su grupo ha estado investigando las celdas e intentando averiguar de qué están hechas, aunque todavía no han publicado los resultados.

El estudio de las celdas plantea enormes obstáculos, precisamente porque se hallan preparadas para que resulte difícil destruirlas. Chachra se halló ante el dilema de que cualquier producto suficientemente potente como para degradarlas era demasiado agresivo para usarlo con sus equipos, o bien, que cualquier sustancia que pudiera usar en sus equipos no podía degradar las celdas.

## PALEONTOLOGÍA

### El origen más remoto de los mamíferos con placenta

La mayoría de las personas piensan en la placenta como algo que se desecha después del parto. De hecho, su aparición hace millones de años constituyó un desarrollo evolutivo muy significativo, que dio lugar a la gran mayoría de los mamíferos que existen en la actualidad, como murciélagos, ballenas o humanos.

Hasta ahora, se creía que los mamíferos placentarios habían surgido hace unos 130 millones de años, cuando se separaron de la rama que dio origen a los modernos marsupiales, que nutren a sus crías en bolsas, en lugar de placentas. Sin embargo, un fósil recién hallado precede a esa bifurcación en unos 35 millones de años, con lo que se demuestra que los mamíferos con placentas o euterios, compartieron la Tierra con los dinosaurios durante mucho más tiempo de lo que se pensaba.

El fósil, descrito en agosto del año pasado en la revista *Nature*, corresponde a un pequeño animal parecido a una musaraña. Denominado *Juramaia sinensis*, vivió en China hace 160 millones de años. Parece ser el ancestro conocido más an-



Abeja del género *Colletes*

A pesar de todo, demostraron que no estaban formadas únicamente por plástico. Las abejas colocan primero fibras de seda y sobre ellas depositan el plástico (como en la fibra de vidrio), lo que confiere una gran resistencia al material. En la actualidad Chachra está trabajando con bacteriólogos para hallar una bacteria que posea la capacidad de degradar el plástico.

La razón principal de su interés por este fascinante material se debe a su carácter no biodegradable, si bien presenta un origen biológico. Podría tratarse de un material robusto en condiciones normales, pero susceptible de ser triturado y reutilizado.

—Rose Eveleth

tiguo de los mamíferos placentarios, según un grupo de investigadores dirigido por Zhe-Xi Luo, paleontólogo del Museo Carnegie de Historia Natural.

La alimentación en la placenta permite una transferencia más rápida y eficiente de los nutrientes desde la madre a las crías, lo que permite un desarrollo cerebral más rápido, un cerebro adulto de mayor tamaño y una tasa metabólica más alta. Esas características repercutieron de forma importante en la evolución de la complejidad etológica y social observada entre los mamíferos actuales.

El fósil de *Juramaia* ofrece también indicios relevantes sobre la vida de los primeros euterios. Seguramente fue insectívoro, a juzgar por la forma de sus dientes, y poseía patas delanteras robustas que le debieron de ayudar a trepar a los árboles. Esa capacidad le habría facilitado la ocupación de territorio aún sin explotar, con lo que aumentaría su seguridad respecto a los depredadores y el acceso a los insectos entre el follaje. Cualquier oportunidad de reducir la competencia de otros mamíferos jurásicos, como el apostarse en zonas más elevadas, habría reforzado las diferencias entre *Juramaia* y los marsupiales, y convertiría al primero en el ancestro de un grupo de animales muy diferente.

El descubrimiento de este fósil corrobora estudios moleculares anteriores, que estimaban que la diferenciación entre euterios y otros mamíferos se produjo hace 160 millones de años, si bien dichos cálculos suelen considerarse provisionales hasta que las pruebas físicas, como los fósiles, lo demuestran. Ofrece un ejemplo perfecto de la forma en que múltiples líneas de investigación se unen para obtener conclusiones robustas e hipótesis bien fundamentadas. Se subraya así el valor de los enfoques integrales para responder a preguntas científicas.

—Anne-Marie Hodge



## COSMOLOGÍA

### ¿Tiene el universo un eje?

El universo no posee centro, fronteras ni regiones especiales: con independencia de hacia dónde miremos, su aspecto a gran escala siempre es el mismo. Así al menos reza el principio cosmológico, uno de los pilares en lo que a nuestra concepción moderna del universo se refiere. Sin embargo, algunos indicios obtenidos durante los últimos años han puesto en duda dicho postulado: al parecer, el universo podría contar con una dirección privilegiada.

Una de esas indicaciones proviene de la radiación de fondo cósmico de microondas. Como cabría esperar, dicha radiación no exhibe un aspecto completamente uniforme, sino que se encuentra plagada de pequeñas irregularidades que motean el cielo. Algunas observaciones, sin embargo, sugieren que esas pequeñas «manchas» no se reparten al azar, sino que se alinean a lo largo de una dirección que, con cierta teatralidad, algunos cosmólogos han bautizado como «eje del mal».

Otras pistas provienen de los estudios sobre supernovas lejanas. En 1998, el estudio de estas explosiones estelares permitió deducir que el universo actual se halla en una fase de expansión acelerada, un descubrimiento que el año pasado fue galardonado con el premio Nobel de Física. Algunos muestreos recientes indican que esa aceleración podría tomar un valor máximo a lo largo de cierta dirección, muy próxima al eje del mal. De manera similar, se ha observado que las velocidades peculiares de los cúmulos de galaxias parecen mostrar cierta preferencia por apuntar en una misma dirección, no tan distinta de las anteriores.

¿Qué significa todo eso? Quizá nada. «Podría tratarse de una casualidad», afirma Dragan Huterer, de la Universidad de Michigan en Ann Arbor. O puede que se haya cometido algún error en el análisis de los datos. Sin embargo, señala Huterer, tal vez



**Quizá las galaxias se estén alejando con mayor rapidez en algunas direcciones.**

estemos asistiendo a los primeros indicios de «algo asombroso». El primer instante de expansión del universo podría haber durado algo más de lo que se cree y, con ello, haber provocado la deformación que vemos hoy. Según Glenn D. Starkman, de la Universidad Case de la Reserva Occidental, otra posibilidad reside en que, a gran escala, el universo se encuentre enrollado sobre sí mismo a lo largo de una dirección, con una geometría análoga a la de un donut. O quizá la energía oscura, la misteriosa sustancia responsable de la expansión acelerada del universo, actúe de maneras diferentes en lugares distintos.

Por el momento, los datos son preliminares y no aportan sino leves indicios del fenómeno. Ahora los cosmólogos esperan con interés los datos del satélite Planck, de la Agencia Espacial Europea, que actualmente se encuentra tomando mediciones muy precisas del fondo de microondas. Sus datos confirmarán las medidas realizadas hasta el momento... o dejarán al eje del mal reducido a una anécdota sin mayor interés.

—Michael Moyer

## FÍSICA

### Dinámica de fluidos en una taza de café

Hace poco, en un congreso de matemáticas, Rouslan Krechetnikov reparó en la manera en que los asistentes transportaban sus tazas de café. ¿Por qué en unas ocasiones se derramaba y en otras no? La pregunta, de apariencia trivial, dio origen a un proyecto de investigación. Según explica Krechetnikov,

físico de la Universidad de California en Santa Bárbara, en el fenómeno concurren numerosos aspectos: la dinámica de fluidos, la estabilidad de la superficie de un líquido, las interacciones entre un fluido y una estructura mecánica, así como la compleja mecánica del caminar.

Junto a un estudiante de doctorado, Krechetnikov analizó varios vídeos de alta velocidad con el objetivo de estudiar el movimiento de las tazas de café y su relación con la velocidad y la marcha de cada individuo. Observaron que, una vez que los sujetos alcanzaban una velocidad constante,

los movimientos del café podían descomponerse en grandes oscilaciones regulares, provocadas por el andar, así como en movimientos más leves, irregulares y frecuentes, causados por las variaciones en la marcha y por factores ambientales, como suelos irregulares o las distracciones del sujeto.

Que el café acabe derramándose o no depende en gran medida de la frecuencia natural de oscilación del líquido (el análogo a la frecuencia característica de un péndulo, determinada por su longitud). Cuando el período al que se suceden los pasos del sujeto se corresponde con dicha frecuencia natural, se produce una resonancia y aumenta la amplitud de las oscilaciones del café; el mismo fenómeno que observamos cuando impulsamos un columpio justo en el momento adecuado. También los movimientos pequeños e irregulares de la taza pueden coordinarse y amplificar el vaivén del líquido.

Krechetnikov afirma que, una vez que se entiendan en detalle los factores que influyen en el movimiento del líquido, podrán desarrollarse utensilios que eviten el derrame, como recipientes flexibles u otros provistos de anillos a lo largo de su pared interior.

—Charles Q. Choi



## Sensaciones incorpóreas

**Cuando el cerebro actúa en el mundo real**, la información se mueve en dos direcciones. La actividad eléctrica originada en la corteza motora del cerebro se transmite por la médula espinal hasta la parte del cuerpo que debe moverse. De forma simultánea, las sensaciones táctiles de la piel recorren la médula para llegar a la corteza somatosensorial del cerebro. Ambas acciones son prácticamente inseparables: sin la sensación de un suelo bajo los pies, resulta muy difícil caminar bien, y sin la sensación táctil de una taza de café, el cerebro no puede determinar la fuerza adecuada con la que deberían agarrarla los dedos. Hasta ahora, los intentos para ayudar a pacientes con parálisis a mover una prótesis solo han tenido en cuenta la mitad de nuestra interacción con el mundo. Un nuevo estudio ofrece esperanza para esas personas.

El equipo dirigido por Miguel Nicolelis, del Hospital de la Universidad de Duke, ha demostrado la posibilidad de que el cerebro de un primate no solo mueva un «cuerpo virtual» (la mano de un avatar en un monitor de ordenador), sino que también reciba señales eléctricas que codifican la sensación de los objetos virtuales que toca el avatar. La sensación se percibe con la suficiente claridad como para distinguir las texturas de los objetos. Si esta nueva técnica, descrita en *Nature*, funcionase en las personas, cambiaría la vida de los pacientes con parálisis. No solo podrían caminar y mover sus brazos y piernas, también les sería posible sentir la textura de los objetos que sostienen o tocan y el suelo que pisan.

Otros grupos están trabajando en invenciones similares. En la Universidad de Pittsburgh, varios neurólogos dirigidos por Andrew Schwartz han comenzado a buscar pacientes paralizados por lesiones medulares para que participen en un estudio semejante. Gracias a unos electrodos en la corteza somatosensorial que reciben información de un brazo robótico, los enfermos podrían «sentir» su entorno.

Nicolelis espera que su investigación dé frutos antes de 2014, año en el que planea desvelar el primer robot «que se puede llevar puesto», con ocasión del partido inaugural del Mundial de Fútbol de Brasil. Se trata de algo parecido al personaje de ficción *Iron Man*: una prótesis para todo el cuerpo, similar a un exoesqueleto, con una interfaz controlada por implantes neuronales que captan las señales de la corteza motora y permiten mover piernas, manos, dedos y otras partes del cuerpo. Presentará además una serie de sensores que retransmitirán información a la corteza somatosensorial sobre el mundo exterior.

—Sharon Begley

### Errata corrige

En el artículo «El dengue en Latinoamérica», del pasado mes de enero, donde dice *2,5 billones de personas* debería leerse *2500 millones de personas*.

Como apunta nuestro lector Ángel D. Rodríguez, en el artículo «La hipersfera», del pasado mes de diciembre, al comparar las geodésicas de una esfera con *los meridianos y los paralelos* solo deberían mencionarse los meridianos (salvo el ecuador, los paralelos terrestres no son geodésicas).

### CONFERENCIAS

9 de febrero

#### Conversaciones con un neandertal

Valentín Villaverde, Universidad de Valencia  
Ciclo «A ciencia cierta»  
Museo de las Ciencias Príncipe Felipe Valencia  
[www.cac.es/aciaciencia](http://www.cac.es/aciaciencia)

21 de febrero

#### Ernest Rutherford, radiactividad y el núcleo atómico

Helge Krag, Universidad de Aarhus  
Residencia de Estudiantes Madrid  
[www.residencia.csic.es](http://www.residencia.csic.es)

### EXPOSICIONES

#### El agua que quita el hambre

Museo de la Ciencia y de la Técnica de Cataluña  
Terrassa  
[www.mnactec.cat](http://www.mnactec.cat)



#### Prevención a un siglo del Titanic

Parque de las Ciencias Granada  
[www.parqueciencias.com](http://www.parqueciencias.com)

#### Los enlaces de la vida

Casa de la Ciencia-CSIC Sevilla  
[enlacesdelavida.cienciadirecta.com](http://enlacesdelavida.cienciadirecta.com)

### OTROS

Del 6 al 8 de febrero – Congreso

#### Biología sintética aplicada en Europa

Casa de Convalecencia Barcelona  
[www.efb-central.org/index.php/syntheticbiology/C52](http://www.efb-central.org/index.php/syntheticbiology/C52)

15 de febrero – Café científico

#### ¿Nacerá una nueva isla?

Joan Martí, Instituto de Ciencias de la Tierra Jaume Almera, CSIC  
Casa Orlandai Barcelona  
[www.casaorlandai.cat](http://www.casaorlandai.cat)