

JUNIO 2008

# INVESTIGACION Y CIENCIA

Edición española de  
SCIENTIFIC  
AMERICAN



## FISICA

Láseres que miden  
fenómenos ultrabreves

## ECOLOGIA

Comienza a recuperarse  
el mar de Aral

## MATERIALES

Propiedades exóticas  
del grafeno

## MEDICINA

¿Podremos regenerar  
extremidades en humanos?

EL COLOR DE LAS

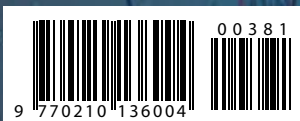
# PLANTAS

# EXTRATERRESTRES

Los vegetales  
de otros mundos  
podrían ser rojos,  
azules o negros

www.investigacionyciencia.es

6,00 EUROS



# SUMARIO

Junio de 2008/Número 381



24

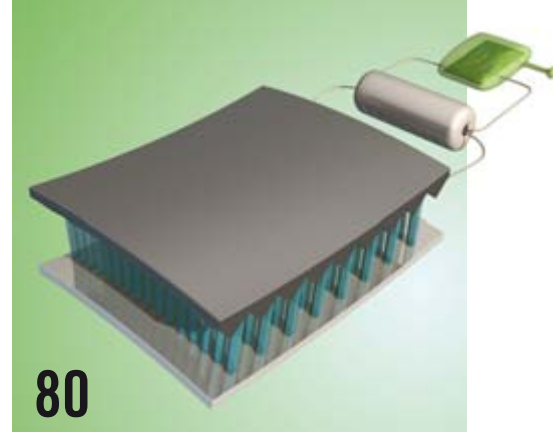


La reconstrucción de un brazo exigiría la regeneración de varios tejidos.



32

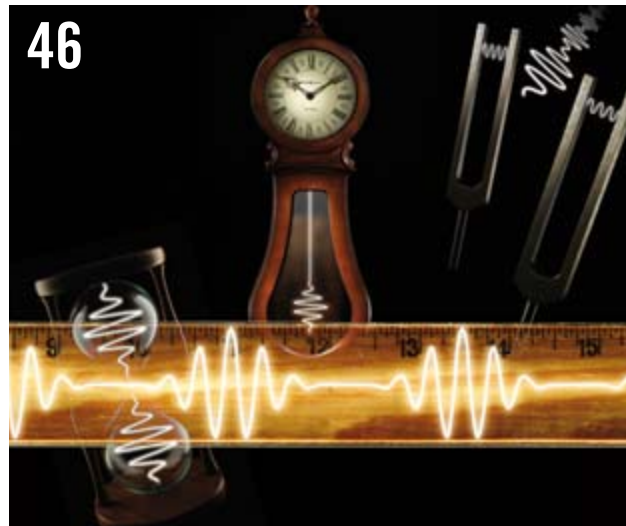
Matteo Ricci llevó el teorema de Pitágoras a China.



80

El entorno podría alimentar a las nanomáquinas.

46



Trenes de impulsos luminosos que tienen un espectro con forma de peine.

## ARTICULOS

### ASTROBIOLOGIA

#### 14 El color de las plantas extraterrestres

Nancy Y. Kiang

En otros mundos, los vegetales podrían ser rojos, azules o negros.

### MEDICINA

#### 24 Regeneración de las extremidades

Ken Muneoka, Manjong Han y David M. Gardiner

Las salamandras muestran una asombrosa capacidad para regenerar miembros amputados. El estudio de ese anfibio abre nuevas vías para la reconstrucción de miembros y tejidos del cuerpo humano.

### HISTORIA

#### 32 Matteo Ricci, el misionero sabio

Dagmar Schäfer

Matteo Ricci y otros jesuitas veían en la ciencia occidental un argumento para la conversión de China. Esta estrategia fracasó, no sin consecuencias en los siglos posteriores.

### OPTICA

#### 46 Reglas de luz

Steven Cundiff, Jun Ye y John Hall

Gracias a un revolucionario tipo de luz láser, el peine de frecuencias ópticas, se construye una clase más precisa de relojes atómicos, entre muchas otras aplicaciones.

### MATERIALES

#### 54 Grafeno

André K. Geim y Philip Kim

El grafeno, forma de carbono de reciente obtención, proporciona un rico sustrato a la física fundamental y promete múltiples aplicaciones.

### ECOLOGIA

#### 62 Recuperación del mar de Aral

Philip Micklin y Nikolay V. Aladin

Vaciar de manera imprudente el cuarto lago mayor del mundo para regar campos de labor lo convirtió en un desierto seco y tóxico. Se está recuperando ahora su parte septentrional.

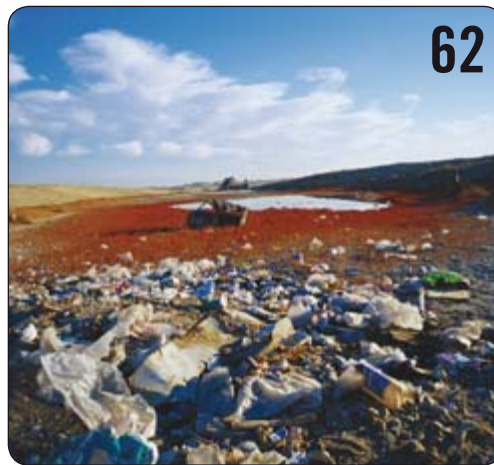


14



En los mundos que giran en torno a estrellas poco luminosas las plantas se verían de color negro.

62



El puerto de Aralsk muestra vertidos de basura y plaguicidas.

54



Láminas de carbono de un solo átomo de espesor constituyen un nuevo material.

## SECCIONES

### FISICA

#### 70 Plasmas fríos

*Francisco José Gordillo Vázquez*

Los plasmas fríos se encuentran lejos del equilibrio térmico: los electrones, iones y átomos neutros que los constituyen tienen temperaturas diferentes. Esto confiere a los plasmas fríos unas propiedades de gran interés aplicado.

### NANOTECNIA

#### 80 Nanotecnica autoalimentada

*Zhong Lin Wang*

Las máquinas nanométricas necesitan unas fuentes de alimentación aún más diminutas.

#### 3 CARTAS AL DIRECTOR

#### 4 HACE...

50, 100 y 150 años.

#### 5 PUESTA AL DIA

Nanotubos sin toxicidad... En busca de nueva vida... *Así te mata el trabajo...* Luz verde eólica.

#### 6 APUNTES

Biología... Geología... Astronomía... Percepción.

#### 8 CIENCIA Y SOCIEDAD

Acido que cae del cielo... Sin rayos de Virgo... Aleaciones de titanio... Hongos tóxicos en las uvas.

#### 42 DE CERCA

Fideos de mar, por *José Rico*

#### 44 PERFILES

Chris Wiggins: en el filo del código de la vida, por *Thania Benios*

#### 86 TALLER Y LABORATORIO

La máquina de Draper, por *Marc Boada Ferrer*

#### 89 DESARROLLO SOSTENIBLE

Claves para proteger el clima, por *Jeffrey D. Sachs*

#### 90 JUEGOS MATEMATICOS

El problema de los tres dioses, por *Juan M.R. Parrondo*

#### 92 IDEAS APLICADAS

Escáneres corporales, por *Stuart F. Brown*

#### 94 LIBROS

Tierra

# INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR GENERAL José M.<sup>a</sup> Valderas Gallardo  
DIRECTORA FINANCIERA Pilar Bronchal Garfella  
EDICIONES Juan Pedro Campos Gómez  
Laia Torres Casas

PRODUCCIÓN M.<sup>a</sup> Cruz Iglesias Capón  
Albert Marín Garau

SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez  
ADMINISTRACIÓN Victoria Andrés Laiglesia  
SUSCRIPCIONES Concepción Orenes Delgado  
Olga Blanco Romero

EDITA Prensa Científica, S.A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona (España)  
Teléfono 934 143 344 Fax 934 145 413  
www.investigacionyciencia.es

## SCIENTIFIC AMERICAN

EDITOR IN CHIEF John Rennie  
EXECUTIVE EDITOR Mariette DiChristina  
MANAGING EDITOR Ricki L. Rusting  
CHIEF NEWS EDITOR Philip M. Yam  
SENIOR WRITER Gary Stix  
EDITORS Mark Alpert, Steven Ashley, Peter Brown, Graham  
P. Collins, Mark Fischetti, Steve Mirsky, George Musser  
y Christine Soares  
CONTRIBUTING EDITORS W. Wayt Gibbs, Marguerite Holloway,  
Michelle Press, Michael Shermer, Sarah Simpson  
ART DIRECTOR Edward Bell  
PRODUCTION EDITOR Richard Hunt

CHAIRMAN Brian Napack  
PRESIDENT Steven Yee  
VICE PRESIDENT AND MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL  
Dean Sanderson  
VICE PRESIDENT Frances Newburg  
VICE PRESIDENT, FINANCE, AND GENERAL MANAGER Michael Florek

## DISTRIBUCION

### para España:

#### LOGISTA, S. A.

Pol. Ind. Pinares Llanos  
Electricistas, 3  
28670 Villaviciosa de Odón  
(Madrid)  
Teléfono 916 657 158

### para los restantes países:

#### Prensa Científica, S. A.

Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona

## PUBLICIDAD

### Madrid:

MMCATALAN PUBLICIDAD  
M. Mercedes Catalán Rojas  
Recoletos, 11 3.º D  
28001 Madrid  
Tel. y fax 915 759 278  
Móvil 649 933 834

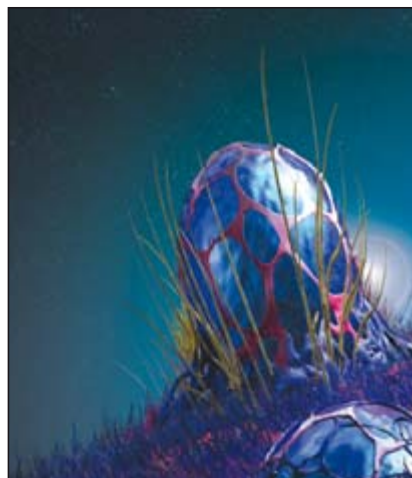
### Cataluña:

QUERALTO COMUNICACION  
Julián Queraltó  
Sant Antoni M.<sup>a</sup> Claret, 281 4.º 3.<sup>a</sup>  
08041 Barcelona  
Tel. y fax 933 524 532  
Móvil 629 555 703

## COLABORADORES DE ESTE NUMERO

### Asesoramiento y traducción:

Juan Manuel González Mañas: *El color de las plantas extraterrestres*;  
Luis Bou: *Regeneración de las extremidades y Puesta al día*; Francesc  
Castelló: *Matteo Ricci, el misionero sabio*; A. Garcimartín: *Perfiles*;  
Ramón Pascual: *Reglas de luz*; Joandomènec Ros: *Recuperación del  
mar de Aral*; J. Vilardell: *Nanotecnología autoalimentada, Hace... e Ideas  
aplicadas*; Bruno Moreno: *Apuntes y Ciencia y sociedad*; Ramón Muñoz  
Tapia: *Taller y laboratorio*; Marián Beltrán: *Desarrollo sostenible*



**Portada:** Kenn Brown (*concepción artística*),  
Jean-Francois Podevin (*ilustración*)

## SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona (España)  
Teléfono 934 143 344  
Fax 934 145 413

### Precios de suscripción:

	Un año	Dos años
España	65,00 euro	120,00 euro
Resto del mundo	100,00 euro	190,00 euro

### Ejemplares sueltos:

El precio de los ejemplares atrasados  
es el mismo que el de los actuales.

Difusión  
controlada



Copyright © 2008 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

Copyright © 2008 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> 08021 Barcelona (España)

Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista. El nombre y la marca comercial SCIENTIFIC AMERICAN, así como el logotipo correspondiente, son propiedad exclusiva de Scientific American, Inc., con cuya licencia se utilizan aquí.

ISSN 0210136X Dep. legal: B. 38.999 - 76

Imprime Rotocayfo-Quebecor, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España



## El Sol y la energía

En el artículo “Un proyecto solar”, de Ken Zweibel, James Mason y Vasilis Fthenakis (marzo 2008), se defiende la conversión en parques fotovoltaicos de 80.000 kilómetros cuadrados de desierto. Hay una solución mejor: utilizar los tejados. Aunque así no se aproveche la concentración de radiaciones solares propia del Suroeste y sea menor el rendimiento, la generación de energía podrá distribuirse en diferentes zonas horarias y condiciones climáticas sin tener que sacrificar más tierras.

**Mathieu Federspiel**  
por correo electrónico

¿Se ha pensado en los efectos de instalar 80.000 kilómetros cuadrados de un material de escaso poder reflectante? Los paneles solares tienen, por su diseño, un albedo (coeficiente reflector de energía) mucho menor que la mayoría del terreno llano del Suroeste. ¿Cómo afectaría su mayor absorción del calor al medio circundante?

**Talon Swanson**  
Seattle

## RESPUESTA DE LOS AUTORES

Respecto a la primera carta, es corriente y justificada la crítica de que nuestro proyecto solar no presta atención suficiente a los sistemas de energía distribuida, como los fotovoltaicos y los de calefacción solar

sobre edificios. Si se abarataran los sistemas residenciales y hubiera almacenamiento local, las instalaciones dispersas podrían tener más relevancia que la descrita en nuestro artículo.

En cuanto a la segunda carta, los cambios de albedo originarían diferencias locales en la temperatura y las corrientes de aire. Aunque todavía carecemos de estudios sobre la repercusión en grandes parques fotovoltaicos, las observaciones y modelos a escala mundial permiten algunas declaraciones. Tom Hansen, director de la planta fotovoltaica de Tucson Electric Power Company en Springerville, ha detectado un incremento de entre un grado y grado y medio en el centro del parque fotovoltaico y la formación de un remolino de aire desde la periferia hacia el centro. Una superficie de 50.000 kilómetros cuadrados recibiría diariamente una energía próxima a  $3 \times 10^{14}$  watt-hora. Un 20 por ciento de diferencia de albedo entre el desierto y los paneles fotovoltaicos crearía un exceso neto de  $6 \times 10^{13}$  watt-hora al día. En las grandes ciudades del Suroeste se han producido variaciones de albedo semejantes sin efectos perceptibles. También se ha de considerar que el calentamiento debido al albedo sería contrarrestado, a nivel nacional, por la supresión del calentamiento que, si no, crearían las centrales termoeléctricas. Greg Nemet de la Universidad de Wisconsin en Madison, ha estudiado, teniendo en cuenta el efecto del albedo, el forzamiento radiativo neto que se produciría si el 50 por ciento de la energía mundial lo suministrasen instalaciones fotovoltaicas. Su conclusión es que sería una de las soluciones más eficaces contra el calentamiento global antropogénico.

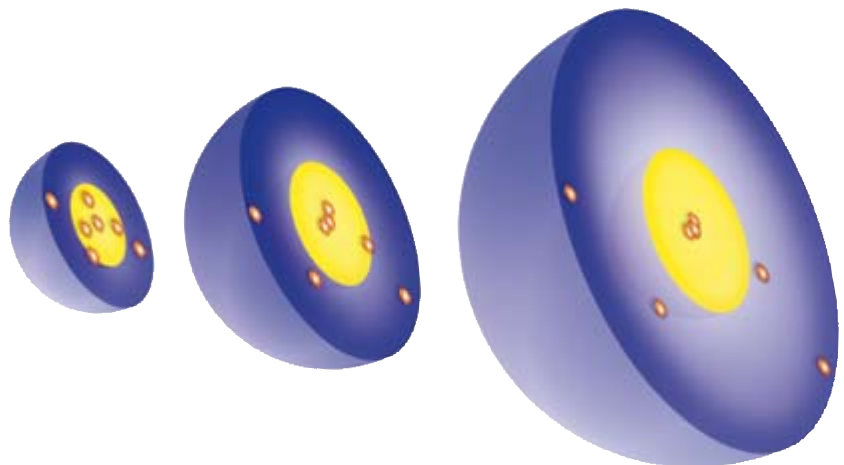
Sin embargo, la posibilidad de efectos locales merece ser estudiada con mayor detenimiento. Quizá deberían crearse zo-

nas amortiguadoras, no solares, en torno a los grandes sistemas fotovoltaicos. En prevención del calentamiento local, estos sistemas no se construirían cerca de poblaciones importantes.

## Huellas del pasado en el universo futuro

Según los autores del artículo de mayo “El fin de la cosmología”, en un futuro lejano será muy difícil, si no prácticamente imposible, deducir cuál era la composición química del universo (abundancia de helio, deuterio, etc.) tras los primeros minutos de la gran explosión. Sin embargo, la mayoría de los objetos subestelares no tienen una energía interior suficiente para producir reacciones nucleares y procesar la materia de la que están formados. Es decir, estos objetos preservan el contenido químico de la nube de la que nacieron (quizá con pequeñas modificaciones). Y según lo que la teoría actual de los objetos subestelares nos enseña, estos cuerpos “no se autodestruyen” (como es el caso de las estrellas, como el Sol, que pierden sus capas exteriores, o de las estrellas masivas que explotan como supernovas), sino que sobreviven; sólo van enfriándose cada vez más y perdiendo brillo. Las enanas marrones y los planetas aislados son las reservas del material original con el que nacieron. En un futuro muy lejano, si es que tal y como comentan los autores no quedan nubes de gas intergaláctico detectables, el estudio de los objetos subestelares más viejos y con masas inferiores a 13 veces la masa de Júpiter permitirá inferir las cantidades relativas de los elementos ligeros creadas en los principios del universo.

**M.ª Rosa Zapatero**  
Instituto de Astrofísica de Canarias





Recopilación de Daniel C. Schlenoff

## ...cincuenta años

**Un país pasivo.** «Entre nuestros jóvenes, una encuesta tras otra confirman estadísticamente el fenómeno de la vida norteamericana que David Riesman, en su libro *La muchedumbre solitaria*, llamó orientación de los otros, una extremada sensibilidad a la opinión de los demás y un consiguiente conformismo. Parece que el país padece un síndrome caracterizado por una atrofia de la voluntad, una hipertrofia del ego y una distrofia de la musculatura intelectual. Una imagen más bien ingrata que se deduce de la masa de información



Toro de raza Kankrej, variedad de labor del ganado cebú del interior de la India, 1958.

sobre las actitudes de los jóvenes. Más de la mitad creen que a la Agencia Federal de Investigación debe permitírsele intervenir teléfonos a su arbitrio y a la policía usar el tercer grado, es decir, que quienes se nieguen a testificar contra sí mismos deben ser obligados a ello.»

**Recursos bovinos.** «El ganado vacuno ocupa el primer lugar entre los animales útiles al hombre. Es cierto que hay más corderos y que en el aprecio del hombre las superan caballos y perros, pero ningún otro animal doméstico presta tal variedad de servicios al bienestar humano como las vacas. Para los consumidores norteamericanos y europeos, el ganado vacuno representa carne, leche, mantequilla, queso y cuero; producen extractos hormonales y vitamínicos, harina de hueso

para piensos y abonos, y concentrados proteínicos para alimento de ganado. Sin embargo, más de un tercio de los 800 millones de cabezas de vacuno que hay en el mundo se dedican, sobre todo, a la generación de energía bruta para faenas de arado, acarreo y molienda.»

## ...cien años

**El cuidado de los leprosos.** «Durante los últimos siglos, el cuidado de los leprosos ha recibido una atención notable en las islas Filipinas. Si la segregación de los leprosos erradicase la enfermedad, nos hallaríamos ante una buena inversión. Pero en las Filipinas, el registro médico no es en absoluto concluyente acerca de la eficacia de la segregación. Con todo, en la pequeña isla de Culion se ha inaugurado una colonia en donde se han concentrado leprosos. Se está considerando declarar leprosos sólo a las personas en cuyos tejidos se hallen, mediante examen microscópico, bacilos de lepra. Es digno de mención que mientras se estaba reuniendo a los leprosos, se observó, tras un examen cuidadoso, que sólo la mitad de quienes habían sido registrados como tales lo eran en realidad.»

**Escriben los hermanos Wright.** «La primavera de 1908 nos halló con algunos contratos [del gobierno] en la mano, cuyas condiciones requerían unas prestaciones a las que no se ajustaban nuestros vuelos de 1905. El mejor vuelo de aquel año, del 5 de octubre, cubrió una distancia de algo más de 38 kilómetros, a una velocidad de unos 60 kilómetros por hora, con una sola persona a bordo. Los contratos pedían una máquina que volara a 65 kilómetros por hora, capaz de transportar dos hombres y una reserva de combustible para cubrir distancias de 200 kilómetros. Los últimos experimentos se acometieron con vistas a ensayar nuestro aparato bajo esas premisas y para familiarizarnos con las palancas de mando que habíamos instalado en los últimos modelos.»

## ...ciento cincuenta años

**Tintes de anilina.** «Hace cuatro años, el eminente químico inglés F. Grace Culvert afirmaba que 'dentro de poco, un tinte muy valioso se preparará a partir de carbón'. Hace pocas semanas mostró ante la Sociedad de Artes de Londres un hermoso colorante azul púrpuro que rivaliza con la urchilla [un tinte vegetal] y posee la ventaja de resistir a la luz. Esos colorantes, pues son numerosos, han sido preparados a partir de los álcalis del alquitrán de hulla por los señores William Henry Parkin y Arthur H. Church, dos descubridores en auge, que les han dado los nombres de nitroso-fenilina y nitroso-naftilina. Se han ensayado en seda y no destiñen.»

# PUESTA AL DÍA

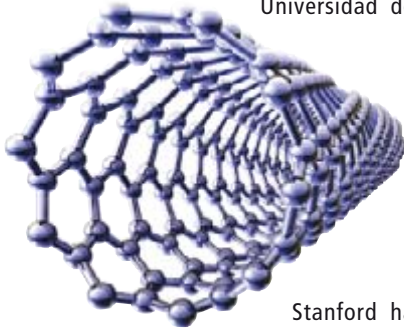
¿Qué ha sido de ...?

Recopilación de Philip Yam

## Nanotubos sin toxicidad

Las nanopartículas podrían encargarse de tareas biomédicas muy prometedoras, como el traslado de fármacos hasta células enfermas o la detección de anomalías genéticas [véase "Nanotécnica en medicina", en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA; noviembre de 2001]. Pero existe el temor de que esos diminutos útiles pudieran envenenar nuestro organismo. Un equipo de la

Universidad de



Stanford ha realizado un experimento que pudiera aliviar tales recelos. Inyectaron en ratones unos 20 microgramos de nanotubos de carbono monocapa; los roedores no mostraron indicios de efectos negativos ni de acumulaciones mortales de

nanotubos en sus órganos. De hecho, al cabo de tres meses, los ratones expulsaron los túbulos por vía fecal y urinaria. Los hallazgos se publicaron en el número de 5 de febrero de *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*.

## En busca de nueva vida

La construcción de organismos artificiales constituye una meta esencial de la biología sintética, pues tales criaturas se crearían "a la medida" para realizar un gran número de funciones útiles. Científicos del Instituto J. Craig Venter, de Rockville, en Maryland, comunicaron en enero que habían construido los 582.970 pares de bases que constituyen el genoma de la bacteria *Mycoplasma genitalium*. Sólo les falta ahora insertar en una célula el genoma manufacturado y ver si ésta cobra vida; la perspectiva es que lo logren en el plazo de un año, dado su éxito anterior con el intercambio de genomas entre bacterias. Para demostrar que el genoma es artificial, añadieron marcas (secuencias inser-



tadas o sustituidas) a ciertos aminoácidos, cuyas iniciales deletrean los nombres del instituto y de los investigadores.

## Así te mata el trabajo

Un estudio epidemiológico efectuado hace unos 35 años con 18.000 funcionarios británicos, todos varones, hizo ver que los empleados de menor rango presentaban las mayores tasas de fallecimiento prematuro. Los resultados de la investigación, a la que se denominó Estudio Whitehall, constituyeron una sorpresa, porque resultó que la responsabilidad inherente al cargo, el volumen de trabajo del puesto,

apenas tenían relación con el nivel de estrés. Sí la tenía, en cambio, el grado de control sobre el trabajo.

Una segunda parte, el Estudio Whitehall II, iniciado en los años ochenta del siglo pasado, ha revelado nuevos detalles de los mecanismos que subyacen bajo los vínculos, ahora firmemente establecidos, entre el control limitado de las tareas, el estrés y las enfermedades cardiovasculares. Han encontrado que nada menos que la tercera parte del riesgo cardíaco de un individuo se debe a conductas insanas que entrañan estrés (malnutrición, tabaquismo y sedentarismo) y a trastornos relacionados con el estilo de vida (hipertensión e hiperglucemia). Las otras dos terceras partes eran atribuibles al desgaste biológico que comporta vivir en constante situación de "lucha o huida".

Los trabajadores con mayor índice de estrés presentaban valores mínimos en las tasas de variabilidad del ritmo cardíaco, una medida de los ritmos cardíacos controlados por el sistema nervioso autónomo. La exposición crónica a hormonas de estrés debilita la capacidad del corazón para responder a demandas variables; una baja variabilidad del ritmo cardíaco se asocia con un mayor riesgo de ataque cardíaco y una menor tasa de supervivencia posterior. Los hallazgos se publicaron en el *European Heart Journal*.

—Christine Soares

## Luz verde eólica

Es posible que EE.UU. logre por fin su primer parque eólico marino. El proyecto Cape Wind, que emplazará 130 aerogeneradores de 3,6 Mw a unos 8 kilómetros de la costa de Cape Cod, en Massachusetts, ha tenido que afrontar años de oposición política y de grupos ecologistas. Por fin, tras recibir el certificado de sistema ambientalmente limpio por la agencia de gestión de minerales del Departamento del Interior, ha logrado salvar su principal obstáculo. La agencia ha llegado a la conclusión de que el parque tendrá escasos efectos sobre la población de aves migratorias, la actividad marítima local y las vistas al mar de los poderosos. (No obstante, sí podría afectar ligeramente la celebración de regatas.) De no surgir obstáculos administrativos imprevistos, las turbinas estarán girando en 2011.



Tal vez algún día se alcen frente a las costas de Massachusetts parques eólicos marinos como el de la foto, que opera en la costa sudoriental de Kent, Inglaterra.

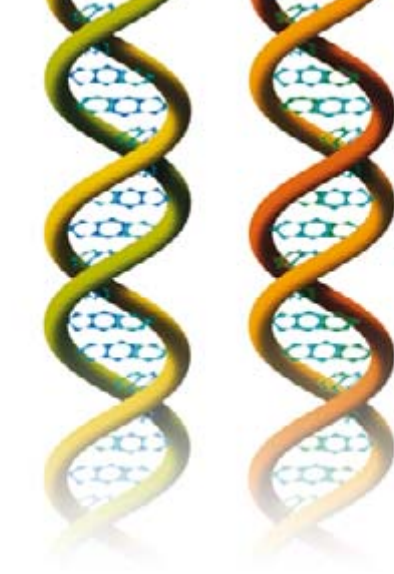
## BIOLOGIA

### La doble hélice se empareja

Sin ninguna otra molécula que las guíe, las hélices dobles de ADN con secuencias idénticas pueden reconocerse una a otra a distancia, e incluso acercarse mutuamente. Que las bases de ADN se atraen, no es ninguna sorpresa, porque los pares de bases son complementarias: la adenina se enlaza con la timina, la citosina con la guanina. Sin embargo, cuando forman una doble hélice, estas bases están ocultas, escondidas detrás de cadenas con alta carga eléctrica de azúcares y fosfatos.

A pesar de ello, un grupo del Colegio Imperial de Londres y del Instituto Nacional Estadounidense de Salud Infantil y Desarrollo Humano ha descubierto que las dobles cadenas de ADN con las mismas secuencias tenían el doble de posibilidades de encontrarse que el ADN con secuencias diferentes en distancias de hasta tres nanómetros (una doble cadena de ADN tiene unos dos nanómetros de anchura).

Los investigadores piensan que las bases de cada ADN podrían hacer que una doble hélice gire en una dirección o en la otra. Aunque cada grupo cargado eléctricamente de azúcares y fosfatos dentro del ADN re-



pele a los presentes en otras dobles hélices de ADN, las moléculas idénticas describen curvas similares. Por lo tanto, las partes superiores e inferiores de hélices idénticas se ajustan mutuamente mejor que con las de otras hélices de ADN, haciendo que sea más fácil que lo semejante se agrupe con lo semejante.

Esta atracción podría ayudar a que los fragmentos de genes se alineasen adecuadamente antes de mezclarse, colaborando así con la reordenación del ADN que se produce durante la reproducción. También podría evitar algunos de los errores genéticos que subyacen bajo el cáncer y el envejecimiento.

—Charles Q. Choi

## EVOLUCION

### Sexo que abre ojos

Rasgos anatómicos que tardaron miles de años en evolucionar pueden revertir en una sola generación. En concreto, las relaciones sexuales entre peces cavernícolas ciegos, orquestadas de modo conveniente, pueden engendrar prole con visión. La forma albina, ciega y cavernícola de tetra mexicano (*Astyanax mexicanus*) evolucionó a partir de ancestros que moraban cerca de la superficie, pero su visión se fue esfumando cuando tuvieron que descender hacia aguas profundas, de oscuridad completa, hace aproximadamente un millón de años. Estos peces cavernícolas, que medran en cuevas de agua dulce del noreste de México, pueden alcanzar una longitud de unos 12 centímetros; la piel, al crecer, les recubre los ojos, carentes ahora de utilidad.

Se ha descubierto que la pérdida de la vista de los peces cavernícolas evolucionó al menos tres veces, de forma independiente; en cada caso, la ceguera fue resultado de mutaciones en más de un sitio génico. Algunas, cuando menos, de las mutaciones responsables de la pérdida de visión fueron diferentes entre las 29 poblaciones de peces cavernícolas cuya existencia se conoce. Esta diversidad en las mutaciones sugería que la crianza conjunta de diferentes linajes de peces cavernícolas podría producir descendencia con visión, pues las deficiencias genéticas de un grupo podrían quedar compensadas por genes operativos de otro.

Richard Borowsky, biólogo evolucionista de la Universidad de Nueva York, observó que en las prole híbridas correspondien-

tes a poblaciones de diferentes cuevas existían en todos los casos algunos individuos, dotados de ojos menores que lo normal aunque funcionales, capaces de seguir con la mirada una serie de franjas móviles. Cuanto más separadas se encontrasen las cuevas donde moraban los padres ciegos, mayor era la probabilidad de que su prole tuviera vista.

Este patrón viene a respaldar la idea de que los linajes separados por grandes distancias están más lejanamente emparentados y tienen, por consiguiente, una menor superposición de genes responsables de su ceguera. La identificación de las mutaciones específicas subyacentes a la pérdida de visión de los peces podría ayudar a entender mejor el desarrollo del ojo humano y su ceguera.

—Charles Q. Choi

## GEOLOGIA

### Diálogo en marcha

Los nuevos lenguajes se desgajan de los antiguos con un estallido inicial de modificaciones del vocabulario, antes de serenarse e ir cambiando gradualmente con el tiempo, según afirma un grupo de investigadores británicos. Este grupo se centró en tres grandes familias lingüísticas: bantú (suahili y zulú, por ejemplo), indoeuropea y austronesia (tagalo, lengua seediq). Entre un 10 y un 33 por ciento de la divergencia entre los lenguajes provenía de cambios clave en el vocabulario en el momento de la división de los lenguajes.

Este abrupto proceso ocurre cuando un grupo social intenta forjar una identidad separada, según los investigadores, que citan como ejemplos la aparición repentina del inglés americano cuando Noah Webster publicó su diccionario en 1828 y, más recientemente, el desarrollo del inglés afroamericano.

—Nikhil Swaminathan



**Persianas bajadas:** Lo que queda de los ojos de un pez cavernícola ciego está recubierto de piel. Lo vemos aquí al lado de dos parientes con visión.



## ASTRONOMIA

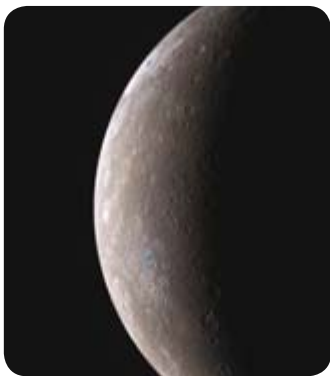
### Mercurio a la vista

La superficie llena de cicatrices de Mercurio tiene de lejos cierta semejanza con la de la Luna. De cerca no se parecen en absoluto. La sonda espacial *Messenger*, de la NASA, transmitió estas y otras imágenes durante su primer sobrevuelo del calcinado planeta el 14 de enero. No habían observado tantos detalles desde que la sonda *Mariner 10* pasó rauda junto al planeta hace 33 años. Gracias a mejores aparatos y ángulos de iluminación diferentes, *Messenger* ha conseguido información nueva.

Equipada con once filtros de colores, *Messenger* puede ver más allá de lo que podría captarse a simple vista. En la fotografía de colores ficticios creada a partir de tres imágenes con filtros de color distintos que se muestra aquí (arriba), los cráteres jóvenes, cuya edad no supera los 500 millones de años, aparecen teñidos de un leve tono azulado.

La sonda ha encontrado numerosas escarpaduras o fallas que se extienden a lo largo de cientos de kilómetros. Una de ellas sigue verticalmente el borde derecho de la imagen de abajo, que cubre una ex-

tensión horizontal de unos 200 kilómetros. Las escarpaduras se formaron, probablemente, cuando se enfrió el interior de Mercurio, el planeta se encogió y su superficie se agrietó.



La sonda *Messenger* estableció también que la gigantesca depresión geográfica Caloris, uno de los mayores cráteres del sistema solar creados por un impacto, tiene una amplitud de 1500 kilómetros, casi un tercio del diámetro del planeta, 200 kilómetros más de lo que se creía. Dentro de la depresión, e invisible para la sonda *Mariner 10*, se encuentra una estructura a la que denominan "la araña", compuesta por fosas radiales que marcan, probablemente, las zonas en las que el suelo de la depresión se quebró tras su formación.

La sonda volverá a visitar Mercurio el próximo mes de octubre y una vez más en septiembre del año 2009, antes de entrar en órbita alrededor del planeta en marzo de 2011. Seguirá tomando fotografías, cartografiando mediante técnicas láser la topografía y midiendo la magnetosfera del planeta.

—Philip Yam



## DATOS

### A más sueño, menos kilos

La falta de sueño contribuye a un mayor riesgo de obesidad, avala la investigación reciente. Al abordar la obesidad infantil, un grupo de la Universidad Johns Hopkins llevó a cabo un metaanálisis de 11 estudios que estudiaban la duración del sueño de los niños y su masa corporal. Confirmaron que no dormir lo suficiente perturbaba los niveles hormonales, con el consiguiente incremento excesivo de peso.

Tiempo mínimo de sueño recomendado para niños:

Con menos de 5 años: **11 horas**

Entre 5-10 años: **10 horas**

Con más de 10 años: **9 horas**

Aumento de la probabilidad de sobrepeso si, con respecto al número mínimo de horas de sueño recomendadas, al niño le falta:

1 hora: **43 por ciento**

1-2 horas: **60 por ciento**

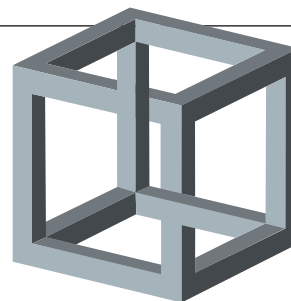
Más de 2 horas: **92 por ciento**

FUENTE: Obesity, febrero de 2008

## PERCEPCION

### Ojo con las ilusiones

Las imágenes ambiguas parecen cambiar intermitentemente entre dos alternativas, como si el cerebro no pudiera decidirse sobre su percepción. El cubo de Necker unas veces parece estar metiéndose en la página y otras salirse de ella. En un experimento con seis voluntarios y distintos tipos de estímulos ambiguos, tanto visuales como sonoros, Christof Koch y sus colaboradores, del Instituto de Tecnología de California, encontraron que las pupilas se dilataban más o menos en el momento en el que cambiaba la percepción. La amplitud de la dilatación momentánea, que podía llegar a ser de un milímetro (mientras que las pupilas sólo miden unos dos milímetros bajo una luz brillante), guardaba relación con el tiempo que duraba dicha percepción en particular. Debido a que la noradrenalina, un neurotransmisor, controla las pupilas, este compuesto podría intervenir en la toma de decisiones rápidas e inconscientes.



DENTRO Y FUERA: El tamaño de la pupila está relacionado con los cambios de percepción que se producen al mirar imágenes ambiguas, como este cubo de Necker.

—Philip Yam

# Acido que cae del cielo

*Marte podría haber necesitado de la lluvia ácida para mantenerse húmedo*

En Marte siguen encontrándose señales de humedad: valles profundamente horadados por antiguos ríos, vastos deltas y restos muy extendidos de la evaporación de mares han convencido a muchos expertos de que grandes zonas del Planeta Rojo podrían haber estado cubiertas por agua líquida durante mil millones de años o más. Sin embargo, la mayoría de los intentos de explicar cómo se pudieron dar unas condiciones tan clementes en el clima de Marte han fracasado. El planeta, hoy frío y reseco, necesitó una potente atmósfera de efecto invernadero para tener humedad en el pasado. Probablemente estaba envuelto por una espesa capa de dióxido de carbono, procedente de los volcanes, que atrapaba el calor, pero los modelos climáticos han indicado repetidamente que el CO<sub>2</sub>, por sí solo, no habría podido mantener la superficie por encima de la temperatura de congelación.



Mineral de azufre (*blanco*), que sólo se forma en el agua, sacado a la luz en Marte por un robot todoterreno.

En la actualidad, inspirados por el sorprendente descubrimiento de que los minerales sulfurosos abundan en el suelo de Marte, los científicos comienzan a sospechar que el CO<sub>2</sub> tuvo un socio en el calentamiento: el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Al igual que el CO<sub>2</sub>, el SO<sub>2</sub> es un gas emitido habitualmente en las erupciones volcánicas, frecuentes en un Marte juvenil. Una centésima parte o incluso una

milésima parte de un punto porcentual de SO<sub>2</sub> en la atmósfera primitiva de Marte podría haber proporcionado el refuerzo adicional de calentamiento por efecto invernadero que necesitaba el Planeta Rojo para mantener su humedad, explica el geoquímico Daniel P. Schrag, de la Universidad de Harvard.

Puede parecer muy poca cantidad, pero, para muchos gases, incluso una concentración minúscula resulta difícil de mantener. En nuestro propio planeta, el SO<sub>2</sub> no proporciona un calentamiento significativo a largo plazo porque se combina de manera casi instantánea con el oxígeno de la atmósfera para formar sulfatos, un tipo de sal. La atmósfera primitiva de Marte debió de carecer de oxígeno, por cuya razón el SO<sub>2</sub> perduraba mucho más tiempo.

Sin oxígeno, la atmósfera se comporta de manera muy diferente, señala Schrag, para quien esa diferencia implica también que el SO<sub>2</sub> habría desempeñado un papel esencial en el ciclo del agua de Marte. Se resolvería así otro enigma climático: la ausencia de ciertas rocas.

El equipo de Schrag defiende que, en el Marte primitivo, una gran parte del SO<sub>2</sub> se combinaba con pequeñas gotas de agua en suspensión en el aire y caía como lluvia ácida sulfurosa, en lugar de transformarse en una sal, como en la Tierra. La acidez resultante inhibía la formación de espesas capas de piedra caliza y otras rocas carbonatadas.

Se creía que Marte debió de abundar en rocas carbonatadas, porque su formación es una consecuencia esencial de la atmósfera húmeda y rica en CO<sub>2</sub> de la Tierra. A lo largo de millones de años, este proceso de formación geológica absorbió una parte del dióxido de carbono emitido por los volcanes del tamaño suficiente para limitar la concentración del gas en la atmósfera. Una presencia menor de esta etapa de fijación del CO<sub>2</sub> en el Marte primitivo habría hecho que se acumulara más gas en la atmósfera, otra manera en la que el SO<sub>2</sub> podría haber favorecido el calentamiento por efecto invernadero, sugiere Schrag.

Algunos científicos dudan que el SO<sub>2</sub> pudiera ejercer los efectos climáticos descritos. Incluso en una atmósfera sin oxígeno, el SO<sub>2</sub> sigue siendo muy frágil; las radiaciones ultravioleta del sol fragmentan muy fácilmente las moléculas de SO<sub>2</sub>, señala James F. Kasting, de la Universidad estatal de Pennsylvania y especialista en atmósfera. Según los modelos computarizados del clima primitivo de la Tierra, que se compara a menudo con el clima primitivo de Marte, tamaño destrucción fotoquímica estableció un límite de una milésima de punto porcentual para las concentraciones de SO<sub>2</sub>, es decir, la misma cantidad que da Schrag y sus colegas. Kasting admite que, si bien su hipótesis podría ser válida, habría que elaborar modelos detallados para convencer a los escépticos, incluido él mismo, de que resulta posible en la práctica.

Schrag admite que los detalles no están claros, pero cita estimaciones realizadas por otros investigadores, según las cuales los volcanes primitivos de Marte podrían haber expulsado tanto SO<sub>2</sub> como para compensar su destrucción fotoquímica. Otros hallazgos indican también

## EN BUSCA DE SULFITOS

Si el dióxido de azufre calentó las primeras etapas de Marte, como sugiere una nueva hipótesis, tuvieron que formarse sulfitos en el agua estancada de la superficie. Hasta ahora, no se han encontrado, quizá porque nadie los buscaba. El próximo robot marciano, el Laboratorio Científico de Marte, estará bien equipado para esa búsqueda. Será el primero que disponga de un difractor de rayos X, capaz de barrer e identificar la estructura cristalina de cualquier mineral con el que se encuentre. El lanzamiento está programado para el año 2009.



NASA/JPL/CORNELL (izquierda); NASA/JPL/CALTECH (derecha)



que una espesa atmósfera de CO<sub>2</sub> habría dispersado eficazmente las longitudes de onda más destructivas de la radiación ultravioleta; se trataría de otro ejemplo de una aparente colaboración, mutuamente beneficiosa, entre el CO<sub>2</sub> y el SO<sub>2</sub> en las primeras etapas de Marte.

Kasting afirma que una realimentación en el clima sulfuroso no podría ha-

ber hecho que el Marte primitivo fuera tan cálido como la Tierra, pero acepta la posibilidad de que las concentraciones de SO<sub>2</sub> quizá persistieran en un nivel que mantuviese el planeta parcialmente descongelado, quizás incluso con lluvias suficientes como para formar valles fluviales.

Schrag no entra en este punto. “Nuestra hipótesis no depende en absoluto de si existía un gran océano, algunos lagos o sólo unos charcos”, afirma. “Decir que hubo un clima templado no significa que fuera como el del Amazonas, sino como el de Islandia, es decir, lo suficiente para crear esos valles fluviales”.

**Sarah Simpson**

## Sin rayos de Virgo

*¿Por qué no nos llegan rayos cósmicos de energía excepcional procedentes del cúmulo de Virgo?*

**P**ara las partículas que se mueven más allá de cierta velocidad, próxima a la de la luz, la tenue neblina de radiación de microondas que inunda el espacio parece un denso mar. Al atravesar durante algunos cientos de millones de años luz ese mar, una partícula debería ir moderando su velocidad.

De ahí que, los astrónomos lleven mucho tiempo preguntándose por qué llegan a golpear la Tierra rayos cósmicos de energía excepcional. Si son capaces de atravesar el espacio sin perder velocidad, debe haber algún error en las ideas acerca de esas partículas, quizás en la misma teoría de la relatividad especial de Einstein.

El otoño pasado, sin embargo, el mayor conjunto de detectores de rayos cósmicos del mundo, el Observatorio Pierre Auger, en Argentina, establecía una correspondencia entre las direcciones de los rayos cósmicos de energía excepcional que alcanzan la Tierra y algunas galaxias cercanas. Dicha correspondencia sería muy improbable si las partículas procediesen de fuentes más distantes y atravesasen sin obstáculos el universo. Einstein ha esquivado, una vez más, el disparo contra su teoría.

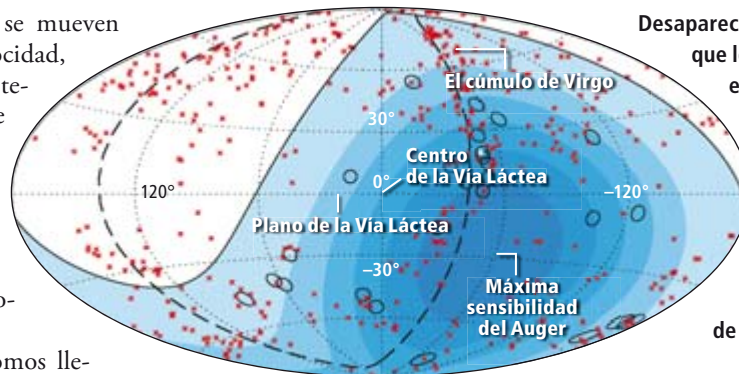
¿Por qué lanzan partículas ultrarrápidas estas galaxias? Ahí ha surgido un nuevo misterio. En el congreso de enero de la Sociedad Astronómica de Estados Unidos, Vasiliki Pavlidou, de la Universidad de Chicago, miembro del equipo del Auger, explicó que el observatorio no ha observado ni un solo rayo cósmico de energía excepcional procedente de la dirección del cúmulo de galaxias de Vir-

go, una aglomeración de un millar largo de grandes galaxias, a una distancia de unos 60 millones de años luz. Todo lo que quiera imaginarse, lo tiene Virgo: agujeros negros, estrellas que colapsan o materia oscura. Cualesquiera que puedan ser las posibles fuentes de los rayos cósmicos de energía excepcional, dice Pavlidou, no hay duda de que Virgo contará con ellas.

Que no procedan esos rayos de Virgo podría ser una simple coincidencia estadística; los datos de un año más de observaciones podrían llevar a otra conclusión. Paul Sommers, de la Universidad estatal de Pennsylvania, también del equipo del Auger, recomienda paciencia. Los rayos cósmicos son tan poco frecuentes y el número de posibles alineaciones con galaxias tan enorme, que el equipo no se atreve a poner números al significado estadístico de tal ausencia. Pavlidou cree, empero, que la ausencia de rayos de Virgo empieza a resultar turbadora.

Muchos interpretan esa falta como una importante pista sobre la naturaleza de las fuentes de gran potencia. Los agujeros negros supermasivos han sido, durante mucho tiempo, uno de los prin-

**Desaparecidos:** La carta celeste muestra que los rayos cósmicos de más alta energía (círculos negros) detectados por el Observatorio Auger tienden a alinearse con galaxias situadas a menos de 250 millones de años luz de distancia (asteriscos rojos). Curiosamente, el cúmulo de Virgo no da señales de emitirlos.



cipales sospechosos. Estos fenómenos monstruosos atraen remolinos de materia a su alrededor. Mientras los devoran, despiden chorros de gas ultrarrápidos que impulsan las partículas a altísimas velocidades. Se cree que la mayoría de las galaxias cuyos rayos de energía excepcional son detectados por el observatorio Auger tienen agujeros negros activos. Uno de los primeros en enunciar esta hipótesis, Peter Biermann, del Instituto Max Planck de Radioastronomía de Bonn, atribuye la ausencia de rayos procedentes de Virgo a fuertes campos magnéticos en los alrededores de nuestra propia galaxia. Estos campos desviarían las partículas cargadas y podrían haber hecho que las partículas procedentes de Virgo fueran atribuidas erróneamente a alguna otra fuente. La magnitud de tal desviación podría indicar que los rayos excepcionales no son protones, sino núcleos atómicos con mucha carga eléctrica, según Susumu Inoue, del Observatorio Astronómico Nacional de Japón.

Glennys Farrar, de la Universidad de Nueva York, y sus colaboradores señalan que los agujeros supermasivos de Virgo suelen tener discos de tamaño reducido. Pocos de ellos generan la potencia necesaria para lanzar rayos cósmicos de ener-

gía excepcional. Puede que Virgo sea un impresionante cúmulo de galaxias, pero no tiene nada de especial en lo referente a agujeros negros supermasivos.

También por otras razones podría Virgo ser un generador inesperadamente débil de radiación de energía altísima. Pavlidou afirma que la densa aglomeración de galaxias podría suprimir diversas fuentes concebibles. Por ejemplo, las interacciones entre galaxias quizás eliminan el gas, dificultan la formación de estrellas y reducen el número de estrellas que estallan. Los campos magnéti-

cos de Virgo podrían también atrapar las partículas que intenten escapar del cúmulo.

Se espera corroborar la ausencia de rayos cósmicos de energía excepcional procedentes de Virgo con los observatorios del hemisferio norte, que tienen una mejor vista del cúmulo. La Batería de Telescopios comenzó a funcionar en enero, en el oeste de Utah, y existen planes de construir un Auger Norte en Colorado. Sin embargo, el eslabón más débil del conocimiento astronómico no es tanto la detección de los rayos cósmicos

cuanto la investigación telescópica ordinaria de las posibles fuentes.

George Musser

### LOS OBJETOS MAS VELOCES

Los rayos cósmicos de energía excepcional son los objetos materiales más rápidos que se conocen. Si la luz tarda 300 millones de años en llegar hasta nosotros desde una galaxia lejana, estas partículas tardan 300 millones de años más un microsegundo.

## Aleaciones de titanio

*Superficies modificadas para obtener propiedades elásticas que aumenten su biocompatibilidad*

**F**ines estéticos y necesidades terapéuticas han impulsado el desarrollo de materiales sintéticos, y naturales tratados, susceptibles de reemplazar, o incluso aumentar, la función de tejidos y órganos humanos. No es una ficción. Pronto podríamos contar con algo así como un catálogo de piezas de repuesto para suplir aquellos elementos de nuestro cuerpo que no desempeñen bien su tarea o cuyas características no nos satisfagan.

Es lo que se ha llegado a llamar la “revolución biónica”. Algunos lo ven como un no conformarse con la suerte o la genética, incluso una búsqueda de la perfección entendida según unos cánones dados. Pero esta revolución conlleva también un recuperar la suerte perdida o la genética malograda. Por ejemplo, cabría superar situaciones físicas, y sus consecuencias psíquicas, asociadas a la pérdida de alguna facultad por causas accidentales o enfermedades degenerativas.

En razón de la aplicación que vayan a tener, los materiales para fabricar cada pieza pueden ser elegidos por su resistencia y propiedades mecánicas, por su biocompatibilidad o por sus propiedades de reabsorción orgánica. Podemos encontrar *cerámicas bioinertes* (óxido de circonio, óxido de aluminio) en las cabezas de prótesis, *cerámicas bioactivas y biodegradables* (hidroxiapatito, fosfato tricálcico) en recubrimientos, *polímeros* artificiales y materiales poliméricos de origen natural (quitina, celulosa, colágeno)



**1. Mujer biónica en la que se incluyen algunas piezas, fundamentalmente óseas, sustituidas o reforzadas con biomateriales metálicos.**

en suturas, tubos, implantes estéticos, válvulas cardíacas, piel artificial, etcétera, mientras que en sustituciones óseas se emplean determinados *metales y aleaciones* debido a sus buenas prestaciones mecánicas de resistencia y su baja reactividad química frente a los fluidos orgánicos.

En nuestra “mujer biónica” (véase la figura 1) se ven ejemplos de piezas sustituidas o reforzadas con biomateriales metálicos que pueden soportar mucha carga y realizar grandes esfuerzos mecánicos o complicados movimientos, a veces incluso varios movimientos combinados.

Encontramos desde las piezas dentales más refinadas —clavos y tornillos de acero inoxidable para reparar cualquier hueso roto o placas de titanio para reparar fracturas difíciles y daños causados por accidentes en el cráneo o en dedos— hasta la prótesis de cadera —la más común de las articulaciones artificiales que incluyen un rodamiento, u otras más complicadas para restaurar tobillos o dedos completos—, pasando por codos y rodillas artificiales que permiten giro y flexión.

Sin embargo, el uso de metales en contacto con tejidos corporales siempre conlleva el peligro de la corrosión y, con ello, en muchas ocasiones, el rechazo clínico. Para solventar este problema, se tiende hoy a modificar el material metálico de suerte que haya en su superficie, la región de contacto con el medio biológico, algún tipo de recubrimiento