

INVESTIGACION Y CIENCIA

Edición española de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**



¿QUE COMER?

Recomendaciones
para una dieta sana

OBESIDAD

¿Por qué
engordamos?

NUTRIGENOMICA

Interacción
entre genes y dieta

TRANSGENICOS

¿La nueva
revolución verde?

NUMERO MONOGRAFICO

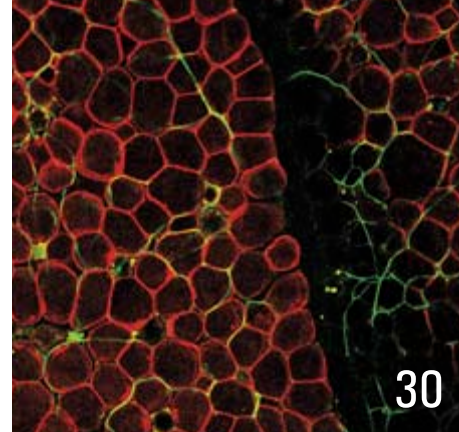
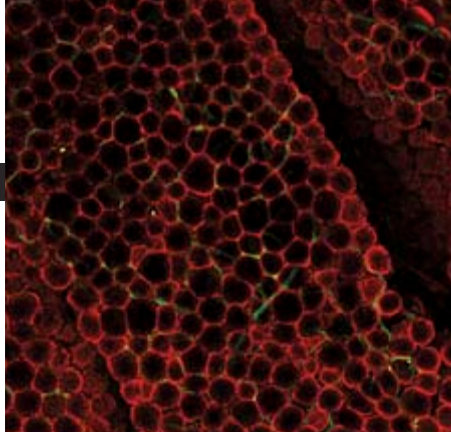
SACIEDAD Y HAMBRUNA

Obesidad y malnutrición,
una paradoja global



SUMARIO

Noviembre de 2007/Número 374



30

El exceso de energía ingerida se almacena en forma de triglicéridos en los adipocitos.



20

La ciencia de la nutrición y los consejos dietéticos pueden resultar desconcertantes.



44

Los cambios recientes en el modo de alimentarse hacen que cunda la obesidad aun en los países pobres.

ARTICULOS

INTRODUCCION

16 El sustento del mundo

Gary Stix

La globalización ha instaurado un mundo donde más de mil millones de personas están sobrealimentadas. Pero son centenares de millones quienes sufren todavía el persistente azote del hambre.

NUTRICION

20 Dietética elemental

Marion Nestle

Cómo orientarse entre una abundancia de recomendaciones contradictorias sobre lo que se debe comer.

FISIOLOGIA

30 ¿Por qué engordamos?

Jeffrey S. Flier y Eleftheria Maratos-Flier

La comprensión de las bases fisiológicas de la obesidad revela nuevas formas de vencer el sobrepeso.

OBESIDAD Y ADICCION

42 El cerebro y la comida

Entrevista a Nora D. Volkow por Kristin Leutwyler Ozelli

La técnica de formación de imágenes cerebrales revela que la adicción alimentaria comparte su origen con el de la drogadicción.

PROBLEMAS CRECIENTES

44 Obesidad mundial

Barry M. Popkin

En los países en vías de desarrollo hay ya más personas con sobrepeso que hambrientas. ¿Cómo podrían combatir la obesidad los países más pobres?

MALNUTRICION

52 Hambre, todavía

Per Pinstrup-Andersen y Fuzhi Cheng

La octava parte de la población mundial carece de alimento suficiente.



16

Hambre, obesidad e incertidumbre dietética: un mundo desorientado y confuso.

BIOTECNOLOGIA

60 Agricultura transgénica

Terri Raney y Prabhu Pingali

Una nueva revolución verde basada en cultivos modificados genéticamente podría reducir la pobreza y el hambre, pero sólo con el apoyo de las instituciones implicadas.

SEGURIDAD

68 Alimentos contaminados

Mark Fischetti

Se están desarrollando nuevas estrategias para garantizar la seguridad alimentaria.

GENETICA

74 Genes, dieta y enfermedades cardiovasculares

Dolores Corella y José M. Ordovás

La nutrigenómica estudia las bases moleculares de la interacción entre la dieta y el genoma. Se propone con ello optimizar las recomendaciones dietéticas y mejorar la salud.



68

Nuevos sistemas de protección alimentaria.



52

Cientos de millones de personas siguen hambrientas pese a que no faltan alimentos.

SECCIONES

3 HACE...

50, 100 y 150 años.

4 PUESTA AL DIA

Guerra cibernética...
Sobrevivir a un supervolcán...
Biocombustible extra... Origen del gato doméstico.

6 APUNTES

Geología... Paleontología...
Acústica... Física... Etología.

10 CIENCIA Y SOCIEDAD

Ríos y presas...
El fraude de las proteínas...
Scheelitas a altas presiones.

40 DE CERCA

Los hongos y su medio,
por *Ignacio Santa Regina Rodríguez*

84 CURIOSIDADES DE LA FISICA

Geometría con Compton,
por *Norbert Treitz*

88 JUEGOS MATEMATICOS

Carreras cuadrículadas,
por *Juan M.R. Parrondo*

90 IDEAS APLICADAS

Desalinización,
por *Mark Fischetti*

92 LIBROS

Ciencia y pseudociencia

96 DESARROLLO SOSTENIBLE

Acabar con la trampa de la pobreza,
por *Jeffrey D. Sachs*

INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR GENERAL José M.^a Valderas Gallardo
DIRECTORA FINANCIERA Pilar Bronchal Garfella
EDICIONES Juan Pedro Campos Gómez

Laia Torres Casas

PRODUCCIÓN M.^a 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.^a

08021 Barcelona (España)

Teléfono 934 143 344 Telefax 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

SENIOR EDITOR Michelle Press

EDITORS Mark Alpert, Steven Ashley, Graham P. Collins,

Mark Fischetti, Steve Mirsky, George Musser

y Christine Soares

CONTRIBUTING EDITORS W. Wayt Gibbs, Marguerite Holloway,

Michael Shermer, Sarah Simpson

PRODUCTION EDITOR Richard Hunt

CHAIRMAN Brian Napack

VICE PRESIDENT AND MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL

Dean Sanderson

VICE PRESIDENT Frances Newburg

GENERAL MANAGER Michael Florek

DISTRIBUCION

para España:

LOGISTA, S. A.

Pol. Ind. Polvoranca

Trigo, 39, Edif. 2

28914 Leganés (Madrid)

Teléfono 914 819 800

para los restantes países:

Prensa Científica, S. A.

Muntaner, 339 pral. 1.^a

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.^a Claret, 281 4.º 3.^a

08041 Barcelona

Tel. y fax 933 524 532

Móvil 629 555 703

COLABORADORES DE ESTE NUMERO

Asesoramiento y traducción:

Luis Bou: *El sustento del mundo, Hambre, todavía, Alimentos contaminados, Puesta al día y Apuntes*; Marián Beltrán: *Dietética elemental, El cerebro y la comida, Desarrollo sostenible y Ciencia y sociedad*; Juan Manuel González Mañas: *¿Por qué engordamos?*; Anna Ferran: *Agricultura transgénica*; Bruno Moreno: *Apuntes*; J. Vilardell: *Hace... e Ideas aplicadas*; Jürgen Goicoechea: *Curiosidades de la física*



Portada: Ken Brown (ilustración), James Porto (fotografía y fotocomposición) y Brett Kurzweil

SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.^a
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 © 2007 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

Copyright © 2007 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.^a 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

...cincuenta años

Empieza la era espacial. «El primer satélite de la Tierra hecho por la mano del hombre, de nombre sputnik (“compañero de viaje”, en ruso), empezó a navegar por el espacio alrededor de la medianoche del cuatro de octubre (hora de Moscú). La URSS no anunció el lanzamiento por adelantado, y durante los primeros días de vuelo se facilitó poca información al resto del mundo. El “ave” en sí era una esfera de 58 centímetros de diámetro con dos radiotransmisores a bordo. No se supo si llevaba además otros instrumentos. Aunque científicos soviéticos afirmaron que el satélite estuvo tomando temperaturas, expertos estadounidenses dijeron estar seguros de que estuvo transmitiendo señales codificadas.»

Probabilidad subjetiva. «No hay un único aspecto de nuestra existencia más cargado de ansiedad o fe inquebrantable que el juego de lanzar una moneda al aire. Los experimentos sobre la probabilidad subjetiva nos permiten atisbar en la mente del jugador. Este parece incapaz de disociar su predicción sobre un evento de lo que resultó en eventos similares pasados, aunque en cierto modo “sepan” que el nuevo evento es por completo independiente de esos resultados anteriores. Al igual que muchos niños, propende a tratar con la buena suerte y la mala suerte como si de éstas hubieran unas reservas que pudieran agotarse, y a creer que el éxito de una conjetura se debe a la posesión de alguna misteriosa perspicacia o poder oculto que actúa como una varita de zahorí.»

...cien años

El valor de una carretera. «Las buenas carreteras del valle del Mississippi rinden más beneficios que las de cualquier otro lugar del país, debido al vivo contraste entre éstas y los míseros caminos naturales. En esa zona la revalorización de las fincas situadas al borde de las carreteras asfaltadas ha llegado hasta el sesenta por ciento; en la actualidad numerosas y pujantes ciudades nuevas están realizando esfuerzos vigorosos para atraer colonos e inversores mediante la mejora de las vías de comunicación. Se ha comprobado que el aumento de la fiscalidad sobre el transporte rodado constituye todo un acierto si se desea afianzar unos valores más altos de los bienes raíces.»

Autos perfectos. «En las dos exposiciones automovilísticas de otoño nada indica con tanta seguridad que el automóvil ha llegado a la etapa final de su desarrollo como el hecho de que los modelos novedosos destacan precisamente por su ausen-

cia. Aparte del buggy y del automóvil bimotores, muy poco hay entre las máquinas exhibidas que pueda calificarse de innovación radical respecto a lo imperante entre los distintos modelos (*ilustración*).»

Miedo a los perros. «Los perros esquimales sirven sólo para el transporte invernal. Años de entrenamiento han hecho de esa bestia salvaje un excelente perro de trineo, capaz de realizar magníficos trayectos. Pero nunca ha dejado de ser un animal salvaje, tan feroz como el lobo. Cada año llegan noticias de sus ataques letales. El invierno pasado, durante un viaje en trineo, que se prolongó por culpa de una ventisca de nieve, la jauría de canes cayó sobre sus conductores y devoró a toda la familia. Durante más de un año el doctor Grenfell ha estado afanándose en promocionar la introducción del reno lapón en Terranova y Labrador, que sustituyeran a fieras tan traicioneras. El reno proporcionaría a la población alimento (leche y carne), amén de un transporte mejor.»

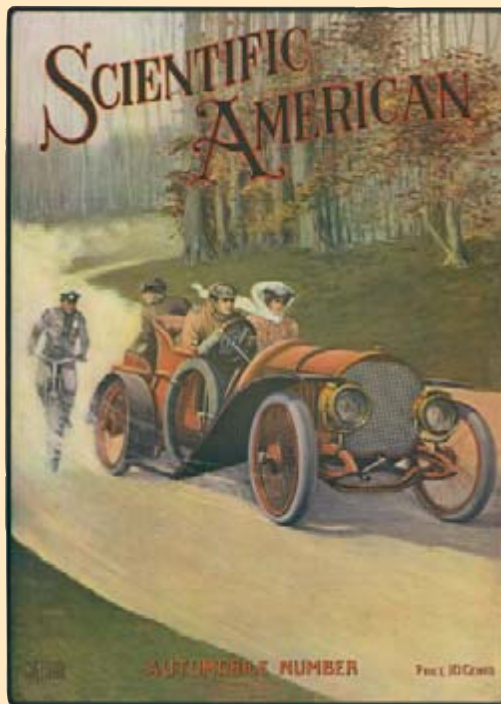
...ciento cincuenta años

Mal dadas. «La reciente crisis financiera, que tan súbitamente se ha abatido sobre nosotros, ha tenido unas consecuencias desastrosas para la industria de la nación. Las labores de manufactura se han paralizado; nadie salvo los testigos directos tiene una idea de su estado de completa y abrumadora postración. Las fábricas están cerradas, apagados los fuegos de las forjas; silentes los martillos, las sierras, los husos y los telares. Los hombres pasean por las calles con la angustia y la inquietud grabadas en el semblante, puesto que, pese a la voluntad de su ánimo y a la disposición de sus manos, no hay trabajo para ellos.»

Leviatán. «Se ha intentado botar en el río Támesis, Londres, el *Great Eastern*, un colosal barco de vapor. Fue la primera y única tentativa, pues fracasaron los esfuerzos por arrastrarlo más allá de un metro o metro y medio. El gigantesco buque, que habría sido un “monstruo del mar”, permanece tan inmóvil como antes, si no más, en la orilla del río. Cuando parecía que se había deslizado un metro más o menos, los operarios del cabestrante, imprudentes, trataron de sujetarlo; pero la pesada manivela de hierro se puso a girar como un rayo, golpeán-

dolos y proyectando al aire a cinco o seis, cual si hubieran sido alcanzados por una potente explosión.»

[NOTA DE LA REDACCION: En el accidente murieron dos hombres; el barco no fue botado hasta el 31 de enero de 1858.]



Los veloces autos de último modelo dejan muy a la zaga a los fatigados policías ciclistas, 1907.

¿Qué ha sido de ...?

Philip Yam

Por sorpresa

¿Es lo mismo bombardear una base aérea que inutilizar su sistema informático? Una y otra cosas dejan lisiada la base, pero ¿se puede calificar de acto bélico a un ataque mediante programas informáticos? Eso es lo que la OTAN necesita decidir con prontitud, tras el primer ciberataque identificado como tal contra Estonia, uno de sus estados miembros.

Fueron muchas las sedes de la Red pertenecientes a instituciones gubernamentales y a entidades bancarias de ese país que el pasado mes de abril sufrieron virulentos ataques informáticos, orquestados, ostensiblemente, por la diáspora rusa de diversos países y por la población rusa, minoritaria, que reside en Estonia. La protesta se debía, al parecer, a la decisión del gobierno estonio de trasladar un monumento soviético de la Segunda Guerra Mundial desde el centro de Tallin, capital del país, a un cementerio de guerra. Los atacantes secuestraron millones de ordenadores en todo el mundo mediante la infiltración subrepticia de unos programas llamados "bots", que luchan "cuerpo a cuerpo" por el control de las máquinas, y pueden trocarlas sin que lo advierta la infantería para la guerra cibernética. Los ordenadores sobrecargaron entonces los servidores de Estonia con falsas peticiones de servicio. Esa invasión hacía pensar en los ataques Red Code de 2001, que desplegaron cerca de un millón de "bots" [véase "Alerta roja en la Red", en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, diciembre de 2001]. En esta ocasión, el ejército de silicio apuntaba exclusivamente a la infraestructura de gobierno de un país, lo cual, realizado por casi cualquier otro medio, se consideraría un acto bélico.

Faltos de una política concebida para este "ciberterrorismo" sin precedentes, los estados miembros de la OTAN poco pudieron hacer para ayudar a Estonia, ingresada en 2004. Pero la situación cambiará a no tardar: los representantes de la OTAN se reunieron en Bruselas el pasado junio y le asignaron máxima prioridad al diseño de una política sobre ciberterrorismo. Nadie espera que resulte sencillo.

—Sourish Basu



MATTHIAS KUJKA (zefa/Corbis); LAWRENCE MANNING Corbis (ma/ra); EMILY HARRISON (fotocomposición); ALAN WILSON Design (Pics/Corbis (gata)); EWAN MACDONALD (gato)

Sobrevivir a un supervolcán

Una erupción supervolcánica puede ser la respuesta al golpe de un pequeño asteroide que hace impacto en la Tierra [véase "Supervolcanes" en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, agosto de 2006]. Se ha conjeturado que esos inusitados cataclismos geológicos vomitarían cenizas suficientes para afectar al clima y para eliminar por completo las poblaciones locales. Pero análisis recientes de los residuos de una erupción supervolcánica acontecida hace 74.000 años en Toba (Indonesia) —la mayor de los dos últimos millones de años— sugieren que los humanos primitivos no se vieron aniquilados, según se reseña en *Science* de 6 de julio. El equipo investigador ha descubierto en un yacimiento de India meridional hachas de piedra datadas en fechas anteriores así como posteriores a la explosión de Toba. En esas hachas se aprecia continuidad técnica, lo que indica que los moradores locales sobrevivieron a la liberación de 2800 kilómetros cúbicos de magma y de 800 kilómetros cúbicos de cenizas que se produjo en las cercanías.

Alternativa al etanol

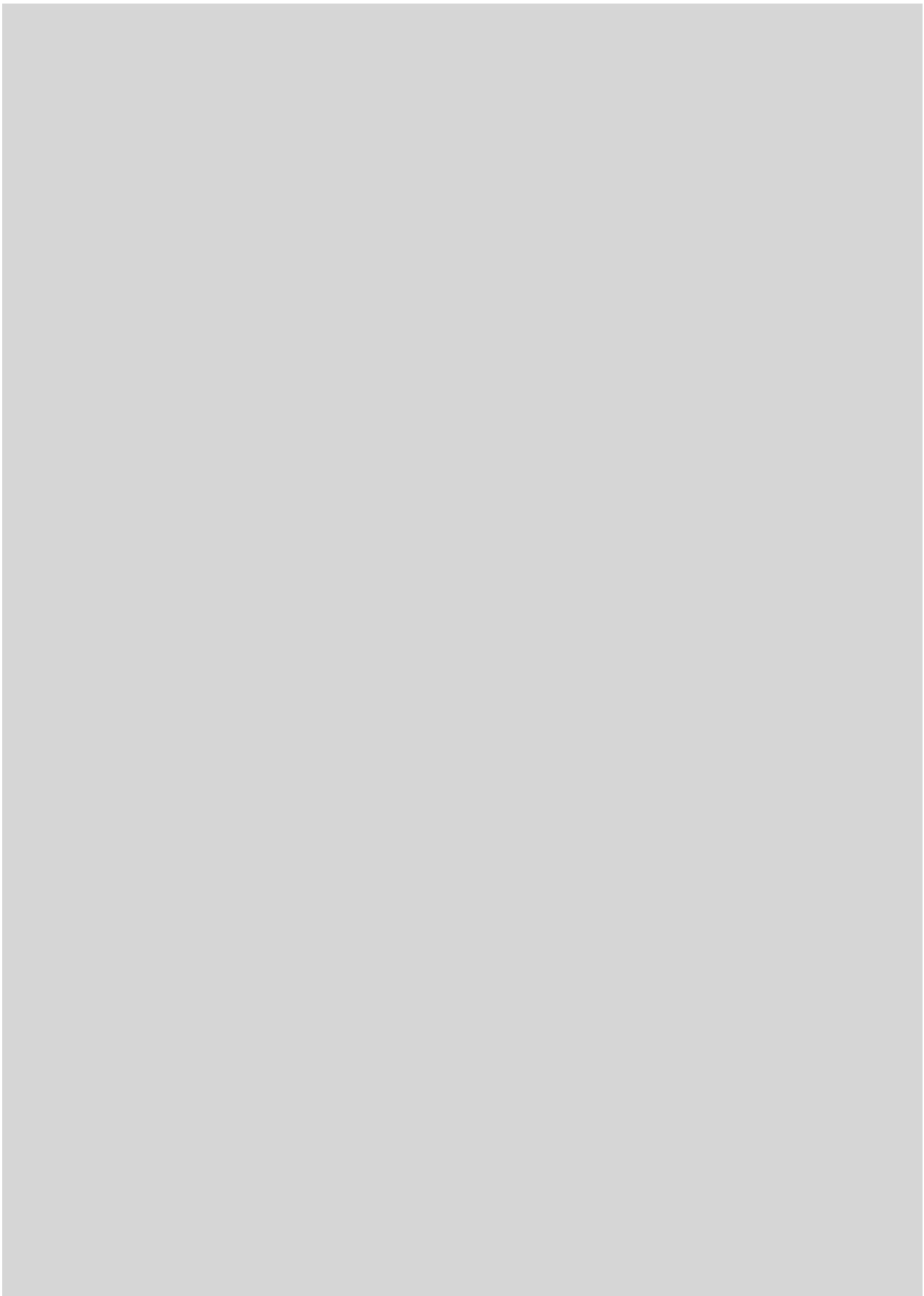
El 2,5-dimetilfuran (DMF), biocombustible que se obtiene por adición de ácidos a glucosa o fructosa, posee un poder energético un 40 por ciento mayor que el etanol, casi a la par con la gasolina [véase "¿Llegará lejos el etanol?", en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, marzo de 2007]. A diferencia del etanol, este compuesto no se contamina por la absorción del agua presente en el aire. Pero ha resultado dificultoso desembarazarse de un compuesto intermedio que se forma en la reacción del DMF, el 5-hidroximetilfurfural (HMF), porque éste reacciona con los azúcares restantes antes de que lo haga el ácido. En el número de 21 de

junio de *Nature*, ingenieros de la Universidad de Wisconsin-Madison exponen que la adición de hidrocarburo líquido atrae rápidamente hacia sí al HMF. El hidrógeno y otro catalizador convierten luego al HMF en DMF. Tales reacciones catalíticas resultan más sencillas y eficientes que los métodos de fermentación utilizados en la producción de etanol. No obstante, todavía están por valorar los efectos ambientales del DMF.

Gatos al poder

Análisis genéticos han revelado cómo han ido los felinos abriéndose paso por el mundo a fuerza de garras [véase "Evolución de los felinos", en INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, septiembre de 2007]. El último estudio de ADN concluye que los 600 millones de gatos domésticos hoy existentes descienden de cinco linajes maternos de un gato salvaje del Cercano Oriente, *Felis silvestris lybica*, entre cuyos parientes modernos se cuenta el gato montés de Escocia (fotografía). El estudio, publicado en Internet por *Science Express*, confirma que la domesticación de los felinos aconteció en el Creciente Fértil hace unos 10.000 años, cuando los humanos comenzaron la agricultura y debieron recurrir a los gatos para controlar a los roedores que les robaban el grano.





GEOLOGIA

Un tsunami en el Mediterráneo

Pensaban los arqueólogos que Atlit-Yam, una aldea de pescadores hoy sumergida frente a la costa de Israel, fue arrasada hará unos 8000 años por gentes de poblados vecinos. Unos geólogos italianos han aportado pruebas de que la causa pudo ser natural y mucho más espectacular: un tsunami creado por el hundimiento de la ladera oriental del Etna. Los mismos investigadores habían descrito con anterioridad este desastre. Habrían caído 25 kilómetros cúbicos de tierra al mar, donde debió de levantarse una ola de cincuenta metros de alto. Son diversos los indicios de que aquella ola pudo destruir la aldea. De los 63 esqueletos descubiertos en las ruinas, da la impresión de que muchos murieron de repente. Pescado preparado para su conservación o consumo quedó allí abandonado. El pozo del pueblo —el más antiguo que se conoce en el mundo— contiene huesos revueltos de seres humanos y de animales, como si se hubiese llenado de pronto. Todo lleva a pensar en una aniquilación por sorpresa. Según las simulaciones por ordenador, la ola habría tenido la energía necesaria para provocar tamaña devastación. Maria Teresa Pareschi, que encabeza el grupo de geólogos, aconseja que se vigilen las laderas del Etna. Un tsunami como aquel del neolítico arrasaría las costas de Israel, Líbano y Siria.

—Jacopo Pasotti

PARECE QUE EL HUNDIMIENTO de una ladera del Etna levantó hace 8000 años una ola gigante. Debió de arrasarse las costas de Siria, Líbano e Israel.



PALEONTOLOGIA

¿A qué se debe que hayamos perdido el pelaje?

Tres han sido las principales explicaciones científicas propuestas para la carencia de pelaje en los humanos. Las tres rondan la idea de que en la evolución de nuestro linaje pudo resultar ventajoso ir siendo cada vez menos peludos, en un proceso de seis millones de años durante los cuales fuimos separándonos del último antepasado común que tuvimos con los chimpancés, hoy nuestros parientes más cercanos.

La hipótesis del “simio acuático” pro-

pone que hace entre seis y ocho millones de años los antepasados simiescos de los humanos modernos llevaban una vida semiacuática y buscaban comida en aguas someras. El pelaje no es un aislante térmico eficaz dentro del agua y, por ello, afirma la teoría, hubimos de evolucionar para reemplazarlo, como hicieron otros mamíferos acuáticos, con un revestimiento relativamente grueso de grasa corporal. Aunque esta teoría sea imaginativa —y nos justifique la barriga—, ha resultado imposible hallar pruebas paleontológicas de una fase acuática en la existencia humana.

Una segunda teoría es que perdimos nuestro pelaje para controlar la temperatura corporal al adaptarnos al calor de la sabana. Nuestros antepasados simios pasaban la mayor parte del tiempo en bosques frescos, pero un homínido erecto y revestido de espeso pelaje que caminase al sol se recalentaría. La idea parece razonable, pero aunque la falta de pelo

ayudase a permanecer fresco durante el día, nuestros antepasados habrían perdido, en cambio, calor por las noches, cuando necesitaban conservarlo.

Recientemente, Walter Bodmer, de la Universidad de Oxford, y quien escribe hemos sugerido que los ancestros de los humanos modernos fueron perdiendo el pelaje para reducir la prevalencia de parásitos externos. Un abrigo piloso constituye un grato refugio para ectoparásitos como las garrapatas, los piojos o las pulgas. Estas criaturas no sólo provocan irritaciones y molestias, sino que son también portadoras de toda una panoplia de enfermedades, algunas de ellas letales. Los humanos, capaces de encender hogueras, de construir abrigos y de hacerse ropas, hubieran podido perder su pelo y, con él, la mayoría de sus parásitos, sin sufrir a causa del frío.

—Mark Pagel,
director del grupo de biología evolutiva
en la Universidad de Reading
de Inglaterra

ACUSTICA

¿Por qué oímos a la soprano pese a la potencia de la orquesta?

Las cantantes de ópera maximizan su emisión sonora en frecuencias en las que la orquesta es menos poderosa y en las que nuestro oído posee mayor sensibilidad. Lo mismo en el habla que en el canto, producimos sonidos sostenidos mediante vibraciones de las cuerdas vocales, repliegues de membrana mucosa situados en la nuez que interrumpen de forma periódica el flujo de aire que exhalan los pulmones. Estos pliegues vibran a una frecuencia fundamental, que determina su altura tonal: normalmente, entre 100 y 220 hertz (Hz), o vibraciones por segundo, para el habla normal y de 50 a 1500 Hz para el canto. Tanto el habla como el canto contienen series de armónicos, en esencia múltiplos de las frecuencias fundamentales. Los cantantes, y

especialmente las sopranos, aprenden a sintonizar las resonancias de su tracto vocal para que concuerden con la frecuencia fundamental, lo que les proporciona un impresionante aumento de potencia acústica. Las orquestas alcanzan normalmente su máximo volumen sonoro a frecuencias que rondan los 500 Hz, y decae rápidamente a frecuencias superiores; el oído humano, en cambio, posee máxima sensibilidad en la banda de los 3000 a 4000 Hz. Muchos cantantes de ópera aprenden a aumentar la potencia en los armónicos de frecuencias superiores a los 2000 Hz, lo que contribuye a que sus voces resalten. Por último, los cantantes de ópera se valen mucho más del vibrato —una variación lenta y cíclica de la altura tonal— que los músicos de la orquesta. Este efecto contribuye al procesamiento de la señal en nuestro sistema auditivo y permite apreciar que la voz es diferente del acompañamiento de la orquesta.

—John Smith,

Universidad de Nueva Gales del Sur en Sidney, Australia



FISICA

Navegar sin remos

Para los nadadores microscópicos resulta muy duro impulsarse; en distancias tan pequeñas el agua parece melaza. Para superar semejante viscosidad, un grupo de la Universidad de Sheffield ha creado nadadores de plástico que carecen de piezas móviles. Recubrieron un lado de unas bolas de 1,5 micras de diámetro con una fina capa de platino y las soltaron en una disolución de peróxido de hidrógeno y agua. El metal cataliza la ruptura del peróxido de hidrógeno en oxígeno y agua, con lo que las bolas se propulsan a velocidades de hasta cinco micras por segundo, la mitad que la velocidad a que se mueven las bacterias de tamaño similar. A los pocos segundos, las bolas comienzan a chocar con las moléculas y átomos circundantes y a serpentear, pero los diseñadores piensan que sería posible guiarlas mediante campos magnéticos. También cabría adaptarlas a otros fluidos, como la sangre, donde valdrían para administrar medicamentos dentro del cuerpo.

—Charles Q. Choi

Physical Review Letters, 27 de julio

ARQUEOLOGIA

Fíbulas romanas para los celtas

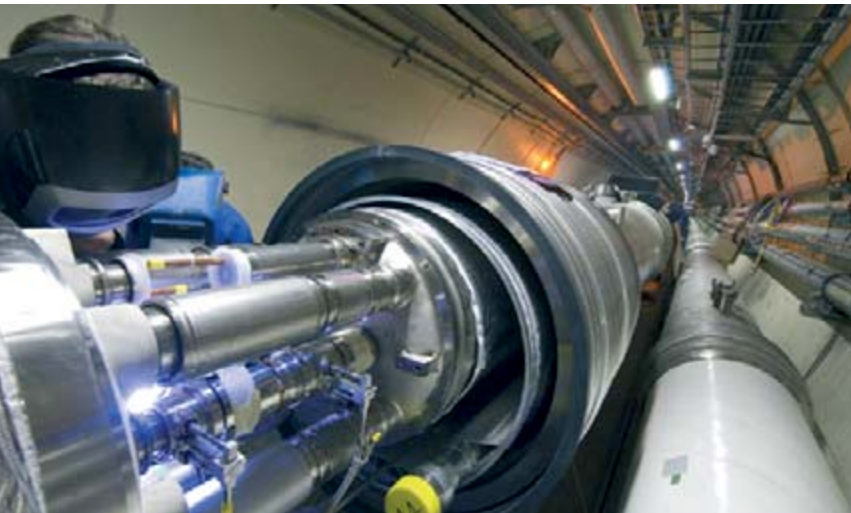
Gracias a un detector de metales, se descubrió en 2000 un tesoro celta en un campo cerca de Winchester, en el Hampshire inglés. Destacaban dos pares de fíbulas. La pureza del oro y la perfección de la factura, sobre todo de las cadenas que unían cada par de piezas, daban a entender un origen romano. En 2005, un equipo de la Universidad de Lyon descubrió otro par de fíbulas de oro en el *opiddum* (núcleo urbano principal) arverno de Corent, cerca de Clermont-Ferrand. Del nombre del pueblo galo de los arvernos viene el de la actual región francesa de Auvernia. Unía el par de fíbulas una cadena de "cola de zorro" (formada por arandelas imbricadas). Se trata de objetos muy raros: aparte de los citados, se han encontrado otros por el estilo en el sur de Inglaterra y en el *opiddum* celta de Hradischt, en Chequia. De plata, con

cadena de cola de zorro, se han hallado unas veinte en tierras celtas. Debían de proceder de Italia, donde se han desenterrado fíbulas parecidas en numerosos lugares. En cuanto a las de Winchester y Corent, no sólo su calidad remite a Roma. Los únicos que tenían derecho a llevar broches de esa naturaleza eran los oficiales romanos de alto rango. Roma confería esta dignidad a los reyes bárbaros que les prestaban sus ejércitos como fuerzas auxiliares; las fíbulas estaban entre las diversas insignias que se les concedía. En Corent se han encontrado edificios de estilo romano, importaciones de Italia y restos de armas legionarias. Parece, pues, que el lugar estuvo ocupado por fuerzas del partido arverno prorromano. Al final de la guerra de las Galias, la casa de las fíbulas y el *opiddum* entero fueron quemados y abandonados. Quizás un jefe arverno prorromano enterró las piezas, viendo venir el desastre, y luego no las recuperó nadie. Puede también que un rey britón aliado de Roma ocultase el tesoro celta de Winchester, del que se ha supuesto que tenía carácter ritual. No lejos, se halló el asa de una jarra romana, con forma de cabeza de ave; parece que individuos pertrechados al modo romano acamparon allí.

—François Savatier



PAR DE FIBULAS unidas por una cadena descubiertas en el *opiddum* de Corent, en Auvernia.



FISICA

Paradojas

Para algunos físicos, la producción de determinados tipos de partículas a energías altísimas haría, retroactivamente, menos probable que tales partículas se creasen. Hablamos, por supuesto, de una teoría que viola el principio básico de la causalidad; en ella, el futuro influye en el pasado. Lo ejemplifican en la partícula de Higgs, pieza clave por descubrir del modelo estándar de partículas elementales. El Gran Acelerador de Hadrones, de próxima inauguración, quizá podría producirlas en grandes cantidades. Como seguramente habría hecho el supercolisionador superconductor, si las obras no se hubiesen interrumpido hace quince años.

GEOLOGIA

Manto húmedo

El agua que hay bajo la corteza de la Tierra participa en el volcanismo y, al lubricar la roca, quizá desencadene grandes terremotos. Sin embargo, no está claro cómo ha llegado esa agua allí. Se ha observado con una batería de sismógrafos la fosa del Japón. El agua se encuentra en la corteza oceánica en minerales hidratados. Se cree que estos materiales expulsan su agua a las

presiones y temperaturas que se dan a profundidades de entre 50 y 150 kilómetros. Esa agua liberada no flotaría. Se infiltraría en las rocas del manto, donde formaría serpentinita verdosa; la subducción la conduciría debajo de la corteza. Se ha encontrado un posible canal de ese tipo de roca hidratada, que se internaría en las profundidades del manto a lomos de una placa descendente. El manto se hidrataría de esa manera.

—Charles Q. Choi
Science, 8 de marzo

ETOLOGIA

Las ardillas están que arden

Hay ardillas que calientan sus peludas colas para ahuyentar a las serpientes sensibles a los rayos infrarrojos que intenten devorar sus crías. Grabaciones con vídeo de infrarrojos muestran que las colas de ardillas de California adultas, dispuestas a defenderse con fiereza y resistentes al veneno de serpiente, se calentaban varios grados al ser amenazadas por serpientes de cascabel. Esos ofidios perciben la luz infrarroja con unos órganos sensoriales detectores de infrarrojos situados en sus fosas nasales. Sin embargo, cuando los roedores se enfrentaban a serpientes toro, que carecen de sensores de calor, no se producía ningún calentamiento. Una ardilla disecada suscitaba también reacciones defensivas de las serpientes de cascabel cuando su cola se calentaba y agitaba artificialmente. Se trata de la primera comunicación animal por



medio de infrarrojos que se conoce. Aun así, la defensa no es totalmente eficaz: estudios anteriores han encontrado que la dieta de una serpiente de cascabel está compuesta en un 70 por ciento por crías de ardilla.

—J. R. Minkel

Proceedings of the National Academy of Sciences USA 104 (36), 14372

INGENIERIA

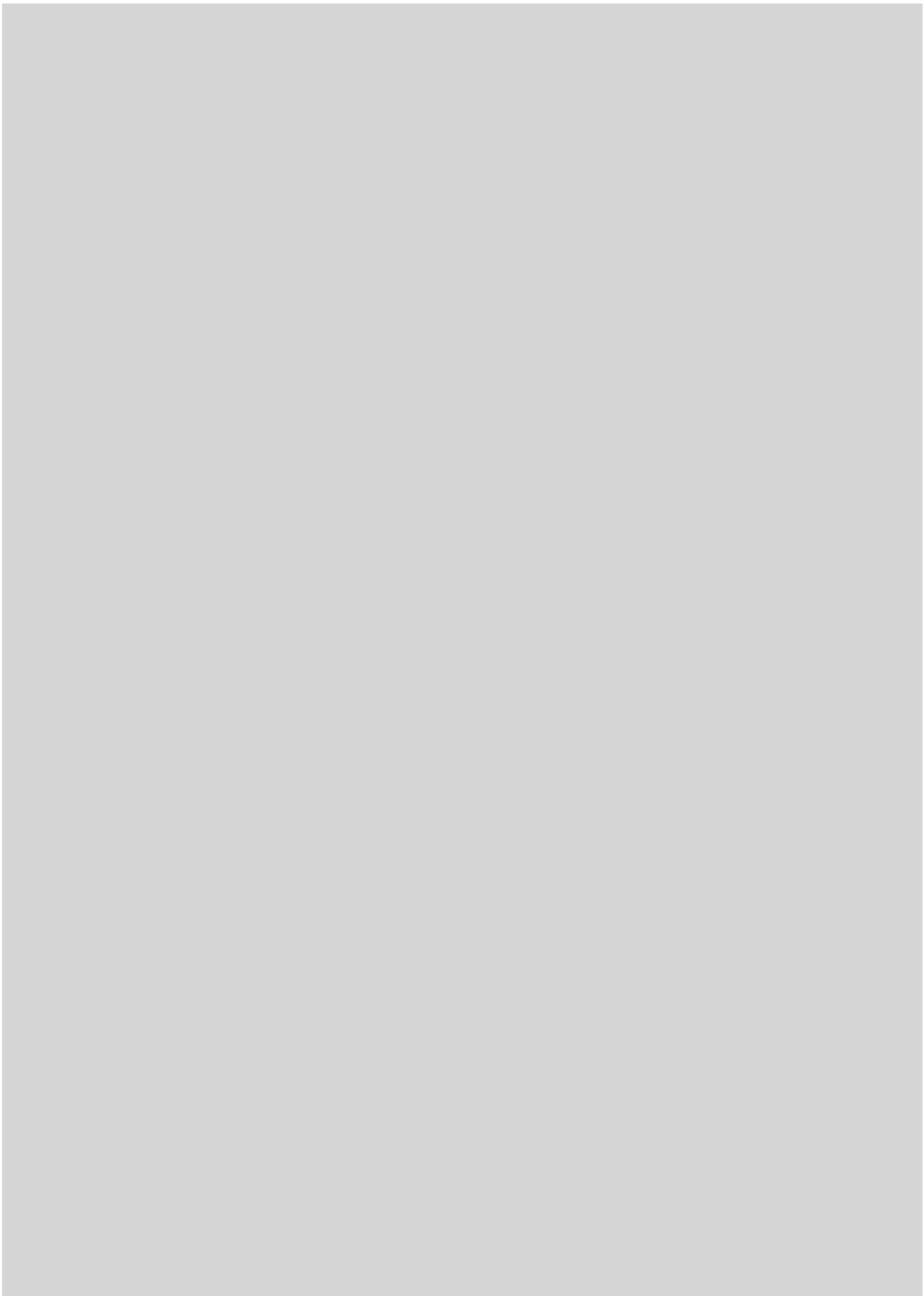
¿Aviones superconductores?

La superconductividad podría ser la clave para los motores de reacción eléctricos, que reducirían las emisiones de gases de invernadero de los aviones. No aportan una fracción pequeña; en el año 2003, sumaron un 9 por ciento del total de tales emisiones en EE.UU. En un estudio conjunto de las universidades A&M y estatal de Florida se concluye que, para aviones pequeños, las turbinas superconductoras serían lo bastante ligeras y potentes como para funcionar con la electricidad generada por pilas de hidrógeno, de combustión limpia. El hidrógeno líquido podría servir también para enfriar los superconductores. Pero tales ahorros se obtendrían a costa de un sobrepeso muy considerable.



—J. R. Minkel

CM5/CERN (arriba); GEORGE McCARTHY/Nature Picture Library (ardilla); CHIP FORELLI/GETTY IMAGES (reactor)



Ríos y presas: una relación compleja

Los cerca de 190 embalses que operan en la cuenca del Ebro limitan el transporte de sedimentos

Los ríos han sido el principal recurso hídrico de la humanidad a lo largo de la historia. El desarrollo socioeconómico y demográfico que experimentaron numerosos países a consecuencia de la revolución industrial se produjo ligado a un aumento notable del consumo de agua y de energía.

De esa forma, fue necesaria la regulación de cursos fluviales mediante la construcción de presas, desde finales del siglo XIX, y sobre todo en Europa. La regulación no aminoró su paso a lo largo del siglo XX, asegurando el suministro de agua a una parte considerable de la población mundial.

Las presas modifican el régimen fluvial y condicionan la magnitud y la frecuencia de las crecidas. En la actualidad existen más de 45.000 grandes presas en el mundo. Un tres por ciento de las mismas se ubican en España; se destinan a usos agrícolas, industriales, consumo humano y producción hidroeléctrica.

La alteración de la dinámica hidrológica de un río, aguas abajo de una presa, repercute sobre su funcionamiento geomorfológico y biológico. Recordemos que los ríos corresponden a sistemas complejos que, además de transferir agua desde las cabeceras hasta las partes bajas de las cuencas y su desembocadura, trans-

portan sedimentos, primero hasta las llanuras aluviales y más tarde hasta los océanos. Constituyen, pues, un elemento esencial en el ciclo de denudación continental.

La aportación media de sedimentos de los ríos a los océanos de todo el planeta se estima en 20.000×10^6 toneladas al año, de las cuales alrededor de 500×10^6 corresponden a cuencas europeas. La dinámica conjunta de agua y sedimentos en los lechos fluviales es la responsable del equilibrio entre los elementos abióticos (morfología del cauce) y bióticos (hábitat ictícola). Los sedimentos acumulados en el embalse provocan la disminución progresiva de la capacidad de almacenaje de agua, un déficit sedimentario aguas abajo y desequilibrios en la dinámica costera.

El caso del Ebro

El grupo de Geomorfología fluvial de la Universidad de Lérida y el Centro Tecnológico Forestal de Cataluña han analizado la interacción entre las presas y el transporte de sedimentos y los procesos fluviales asociados en el tramo bajo del río Ebro. La investigación se propone ahondar en la comprensión del comportamiento geomorfológico del río y con ello apoyar las actividades de restauración.

En la cuenca del Ebro operan alrededor de 190 presas. Construidas en el transcurso del siglo XX, regulan alrededor del 60 por ciento de la escorrentía media anual de la cuenca. Las presas de Mequinenza, Ribarroja y Flix, situadas 115 kilómetros aguas arriba del delta del Ebro, forman el mayor complejo de embalses de la cuenca, con una capacidad de almacenaje de $1,75 \text{ km}^3$.

La investigación se ha basado en análisis de series de caudales y mediciones directas de transporte de sedimentos durante crecidas entre los años 2002 y 2004. Asimismo, se han llevado a cabo campañas de campo para obtener información de la distribución y evolución espacial y temporal de la estructura y el tamaño de los sedimentos que forman el cauce del río.

Déficit sedimentario

A tenor de los resultados, el río Ebro transporta hasta el mar menos del 2 por ciento de la carga sedimentaria que estudios previos han estimado que transportaba a principios del siglo XX, en un período en que las condiciones para la erosión de los suelos de la cuenca eran más favorables a las actuales. Los embalses del tramo bajo retienen hasta el 90 por ciento de la carga de limos y arcillas



1. El río Ebro a su paso por (a) Sástago (aguas arriba del embalse de Mequinenza) y (b) Mora de Ebro (aguas abajo de la presa de Flix), durante episodios de crecida. La diferencia de color del agua muestra la reducción del transporte de sedimentos.