

SEPTIEMBRE 2009

INVESTIGACION Y CIENCIA

Edición española de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**



ASTRONOMIA

Agujeros negros
supermasivos

BIOLOGIA

Origen de la vida:
¿metabólico o genético?

GALILEANA

Historia
del telescopio

NEUROCIENCIA

Lateralidad
cerebral

www.investigacionyciencia.es

BIOCARBURANTES

obtenidos a partir de paja,
hierba y madera

6,00 EUROS



SUMARIO

Septiembre de 2009/Número 396



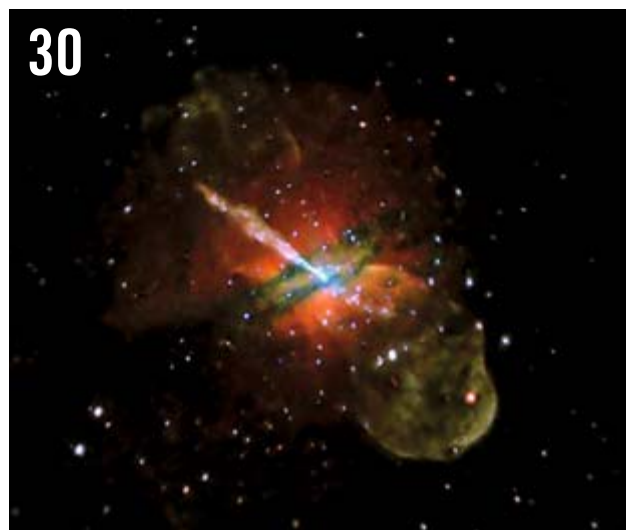
14

Lecciones de un astronauta lunar para futuros exploradores de Marte.



22

Las bacterias panresistentes cuentan con una membrana adicional que impide la entrada de numerosos antibióticos.



30

No se está tan lejos de observar los horizontes de sucesos en el centro de la galaxia.

ARTICULOS

ASTRONAUTICA

14 De la Luna a Marte

Harrison H. Schmitt

El único científico y geólogo de campo que ha estado en la Luna ofrece algunas sugerencias a quienes algún día visiten Marte.

MEDICINA

22 Nuevas tácticas contra bacterias resistentes

Christopher T. Walsh y Michael A. Fischbach

Se están aplicando enfoques y técnicas de nuevo cuño en la búsqueda de antibióticos.

ASTROFISICA

30 Agujeros negros supermasivos

José Luis Gómez Fernández y Wolfgang Steffen

Vivimos en un universo repleto de agujeros negros, algunos provenientes de la muerte de estrellas y otros, con masas millones de veces mayores que la solar, del nacimiento de las galaxias.

ENERGIA

44 Biocarburantes celulósicos

George W. Huber y Bruce E. Dale

Los residuos agrícolas, la madera y las gramíneas de crecimiento rápido se transforman en una enorme variedad de biocombustibles, incluidos carburantes para reactores. Para que los nuevos carburantes se generalicen, su precio habrá de competir con el del petróleo.

HISTORIA

52 Los orígenes del telescopio

Sven Dupré

Ya en la Antigüedad, el uso de espejos se encontraba muy extendido. Las gafas de lectura fueron inventadas en Italia en el siglo XIII y comenzaron rápidamente a fabricarse en masa. Pero hubo que esperar trescientos años para el advenimiento del telescopio.

44



Las desventajas de los combustibles de grano no las tendrían los celulósicos.

NEUROCIENCIA

62 Lateralización del cerebro

Peter F. MacNeilage, Lesley J. Rogers y Giorgio Vallortigara

El origen del habla, del uso preferente de la mano derecha, del reconocimiento facial y de la percepción espacial se encuentra en la asimetría cerebral de los primeros vertebrados.

BIOLOGIA

70 El origen de la vida

James Trefil, Harold J. Morowitz y Eric Smith

Sobre el descenso de electrones en el metabolismo primitivo.

ECONOMIA

80 La ciencia de las burbujas y los colapsos

Gary Stix

La peor crisis económica desde la Gran Depresión ha provocado una reevaluación del funcionamiento de los mercados financieros y del modo en que los individuos toman decisiones.

52



¿Por qué no se inventó el telescopio antes de 1608?

62



La división del trabajo entre los dos hemisferios cerebrales no es un rasgo exclusivo de los humanos.

SECCIONES

3 HACE...

50, 100 y 150 años.

4 PUESTA AL DIA

Mercurio en el pescado... Más opciones, ¿menor satisfacción?... El lobo, desenrolado... Apto para el servicio.

6 APUNTES

8 CIENCIA Y SOCIEDAD

Nanohilos semiconductores... Los tejados verdes... Ornamentación toraja.

41 CIENCIA Y GASTRONOMIA

El almidón, por *Pere Castells*

42 DE CERCA

Vida en el límite: acidófilos, por *Ricardo Amils y Alicia Duró*

89 DESARROLLO SOSTENIBLE

Sigue siendo necesario un plan sobre el clima, por *Jeffrey D. Sachs*

90 CURIOSIDADES DE LA FISICA

Desnudos con los rayos T, por *Jean-Michel Courty y Édouard Kierlik*

92 JUEGOS MATEMATICOS

Tres problemas sobre uso y mención, por *Gabriel Uzquiano*

94 LIBROS

Sumer. Einstein.

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 Fax 934 145 413
www.investigacionyciencia.es

SCIENTIFIC AMERICAN

ACTING EDITOR IN CHIEF Mariette DiChristina
MANAGING EDITOR Ricki L. Rusting
CHIEF NEWS EDITOR Philip M. Yam
SENIOR WRITER Gary Stix

EDITORS Davide Castelvecchi, Graham P. Collins,
Mark Fischetti, Steve Mirsky, Michael Moyer,
George Musser, Christine Soares, Kate Wong
CONTRIBUTING EDITORS Mark Alpert, Steven Ashley,
Stuart F. Brown, W. Wayt Gibbs, Marguerite Holloway,
Christie Nicholson, Michelle Press, John Rennie,
Michael Shermer, Sarah Simpson

ART DIRECTOR Edward Bell
PRODUCTION EDITOR Richard Hunt

PRESIDENT Steven Inchcoombe
MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL Kevin Hause
VICE PRESIDENT, OPERATIONS AND ADMINISTRATION 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.^a - 08021 Barcelona

PUBLICIDAD

Teresa Martí Marco
Muntaner, 339 pral. 1.^a 08021 Barcelona
Tel. 934 143 344 - Móvil 653 340 243
publicidad@investigacionyciencia.es

COLABORADORES DE ESTE NUMERO

Asesoramiento y traducción:

J. Vilardell: *De la Luna a Marte, Curiosidades de la física y Hace...*;
Luis Bou: *Nuevas tácticas contra bacterias resistentes y Puesta al día*;
Ernesto Lozano Tellechea: *Los orígenes del telescopio*; Anna Ferran:
Lateralización del cerebro; Rolf Gaser: *La ciencia de las burbujas y los colapsos*; Juan Manuel González Mañas: *El origen de la vida*; Bruno Moreno: *Apuntes*; Marián Beltrán: *Desarrollo sostenible*



Portada: Kenn Brown, Mondolithic Studios

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 © 2009 Scientific American Inc., 75 Varick Street, New York, NY 10013-1917.

Copyright © 2009 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 Printer Industria Gráfica Ctra. N-II, km 600 - 08620 Sant Vicenç dels Horts (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España

Recopilación de Daniel C. Schlenoff

...cincuenta años

Radiación. «¿Qué idea debemos hacernos acerca de la radiación ionizante? Esta nos ha acompañado siempre y así será por el tiempo previsible. Probablemente, gracias a la selección natural, nuestro sistema genético esté perfectamente ajustado a la radiación de fondo normal. Una radiación adicional aumentaría la frecuencia de las mutaciones, la mayoría de las cuales resultarían nocivas. La exposición a grandes cantidades de radiación aumentaría las enfermedades malignas; puede que ocurra igual con cantidades reducidas. A la vista de efectos tan potencialmente perjudiciales no debe regatearse ningún esfuerzo posible para reducir la radiación ionizante a los niveles más bajos que sea posible conseguir. Sobre la lluvia radiactiva debida a los ensayos de armas nucleares, la ciudadanía tiene la idea de que contribuye modestamente a los niveles de radiación en el planeta. Sólo por esta razón deben interrumpirse los ensayos. —George W. Beadle»

...cien años

El censo. «El recuento, al final de cada década, de los hombres, mujeres y niños que hay en EE.UU. es una de las grandes tareas encomendadas al gobierno. Para facilitar el recuento, se emplearán, en el decimotercer censo, las máquinas invención del señor James Powers, especialista mecánico de la Oficina del Censo, que se ensayaron con éxito en el reciente censo cubano y actualmente en uso en la División de Estadísticas Vitales. El recuento censal mecánico requiere dos tipos de máquinas. La clave del sistema, empero, corresponde a una tarjeta perforada que contiene los datos recogidos por los encuestadores, quienes se desplazan de casa en casa por todos los rincones del país. Los datos comprenden la naturaleza y extensión de nuestras industrias y el montante de nuestra riqueza.»

Tricentenario de Henry Hudson. «El buque *Media Luna* se hizo a la mar en Amsterdam el 4 de abril de 1609, con una tripulación de dieciocho marineros holandeses e ingleses. El 3 de septiembre, el *Media Luna* echó el ancla en Sandy Hook (Nueva Jersey). Pasaron la semana explorando la bahía en una barca; ‘encontraron un buen acceso entre dos lenguas de tierra’ (El Estrecho) y así, el 12 de septiembre, penetraron en ‘un río tan magnífico

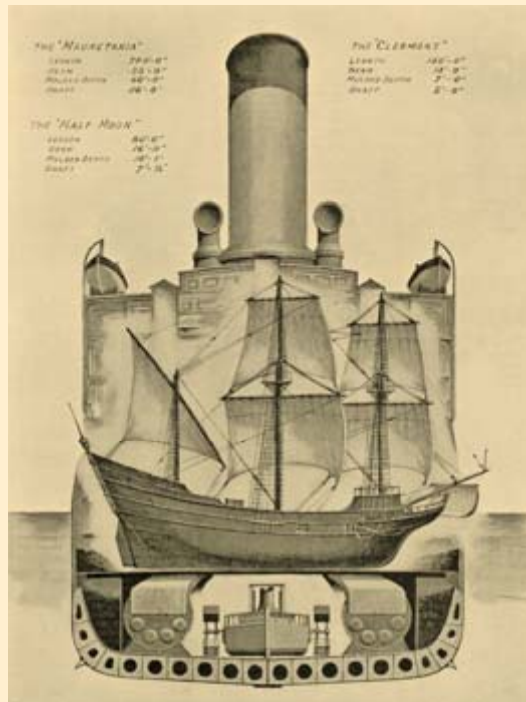
como encontrarse pueda’. Cuando la grúa flotante del arsenal naval de Brooklyn izó la réplica del *Media Luna* desde la cubierta del *Soestdyk*, a bordo del cual fue transportado desde Holanda, y lo depositó en el agua, la expresión de sorpresa fue general ante su diminuto aspecto, pues no era mayor que un pequeño remolcador de puerto.»

...ciento cincuenta años

Lombrices. «La lombriz de tierra común, pese a ser despreciada y pisoteada, es una criatura realmente benéfica. Según el señor [Charles] Darwin, proporciona a la tierra una cierta labranza subterránea, ejecutando, bajo tierra, lo que la pala hace en la superficie del jardín o el arado en la tierra cultivable. Los campos sobre los que se esparce cal, marga consumida o ceniza, con el tiempo acaban recubiertos de una capa de mantillo finamente dividido. Ese resultado, que los agricultores suelen atribuir a los ‘efectos penetrantes’ de aquellas sustancias, se debe en realidad a la acción de las lombrices. ‘Un campo abonado con marga ha quedado cubierto, al cabo de 80 años, por un lecho de tierra de 33 centímetros de espesor.’»

El mercado de algodón. «Acaba de cerrarse la ‘campana anual’ del algodón, que ha resultado algo accidentada. El pánico financiero del año pasado hizo que durante éste se redujera mucho el consumo, con lo que en manos de los comerciantes quedaron muchas existencias y considerables cantidades de materias primas en las fábricas. La vuelta de la calma al mercado monetario ha estado acompañada por unas cosechas abundantes, unos alimentos baratos, unas tarifas de transporte reducidas y un gran consumo de productos, lo que augura que se absorberá la totalidad de la cosecha. Hasta enero, las compras en el país y en el extranjero fueron muy elevadas, a unos precios que mejoraban.»

Maléfico popelín. «Dice el profesor Hamilton: ‘Los caballeros han adoptado como vestimenta nacional un fino y ajustado traje de popelín negro. Para los extranjeros parecemos estar siempre de luto: viajamos de negro, escribimos de negro, trabajamos de negro. Incluso los jornaleros prefieren siempre el mismo invariable y monótono popelín negro. Es un tejido demasiado fino para resultar cálido en invierno y demasiado negro para que sea fresco en verano.’»



TRES SIGLOS DE DISEÑO NAVAL: Se muestra a escala el *Media Luna* de 1609 de Henry Hudson ante una sección transversal del vapor correo de *Su Majestad Mauritania*, que en 1909 ostentaba la marca de la travesía más rápida del Atlántico.

so los jornaleros prefieren siempre el mismo invariable y monótono popelín negro. Es un tejido demasiado fino para resultar cálido en invierno y demasiado negro para que sea fresco en verano.»

PUESTA AL DÍA

¿Qué ha sido de ...?

Recopilación de Philip Yam

Mercurio en el pescado

Era sabido que el mercurio debido a la contaminación industrial afecta a los ecosistemas de agua dulce y entraña riesgos para la salud. Gracias a nuevos datos se ha podido comprender también el ciclo marino del mercurio. Investigadores del Servicio Geológico de los EE.UU. y de



El atún constituye una de las principales fuentes de mercurio en la dieta humana.

Otras instituciones, basándose en muestras tomadas en 16 puntos, repartidos entre Alaska y Hawai, y en simulaciones informáticas, han concluido que la descomposición bacteriana de algas, al hundirse desde la superficie hasta profundidades medias, desempeña una función crucial. En presencia de mercurio, que en este estudio llega desde Asia por las corrientes marinas, el proceso de descomposición crea el catión metilmercurio, que asciende por la cadena trófica y acaba en peces depredadores, como el atún. En el estudio, publicado en *Global Biochemical Cycles* del 1 de mayo, se señala también que la contaminación por mercurio del Pacífico Norte se ha incrementado en un 30 por ciento en los últimos 15 años.

Más opciones, ¿menor satisfacción?

Cuando disponemos de un exceso de opciones, puede que nos sintamos insatisfechos con la decisión final. Mediante experimentos descritos en *Psychology and Marketing* de marzo pasado, se ha buscado reconciliar estos hallazgos con teorías psicológicas y económicas que equiparan un mayor abanico de posibilidades con una satisfacción mayor. En uno de los ensayos, los participantes tenían que hacer un donativo a una organización, seleccionada de una lista que contenía, ora 5 nombres, ora 40. No se observó el efecto de "elección embarazosa", ni siquiera en el caso de la lista extensa, excepto cuando a los participantes se les pidió que justificasen su elección. En tales casos parecían mostrarse menos satisfechos con sus decisiones, porque se veían obligados a recordar las opciones desestimadas. Los investigadores proponen que el efecto "elección embarazosa", menos robusto de lo que se creía, se presenta sólo bajo ciertas condiciones.

—Kathryn Wilcox



"PITO PITO". La abundancia de opciones resulta embarazosa sólo en ciertas situaciones.

El lobo, desenrolado

El lobo gris (*Canis lupus*) ha medrado considerablemente en EE.UU. merced a la repoblación de los últimos años. Desde 2003, la agencia estadounidense de pesca y fauna silvestre trata de



excluir a ese gran depredador de la lista de especies en peligro de extinción, plan al que se han opuesto quienes juzgan que los lobos caerían víctimas de la sobrecaza. En abril, el éxito era casi completo: se determinó que en las regiones clave la población de lobos era suficiente y que podía ser controlada por la

mayoría de los departamentos estatales de protección de la naturaleza. No obstante, la agencia proyecta seguir supervisando la población lupina durante los próximos cinco años; podría reintegrar al lobo en la lista de especies protegidas en cualquier momento.

—Kathryn Wilcox

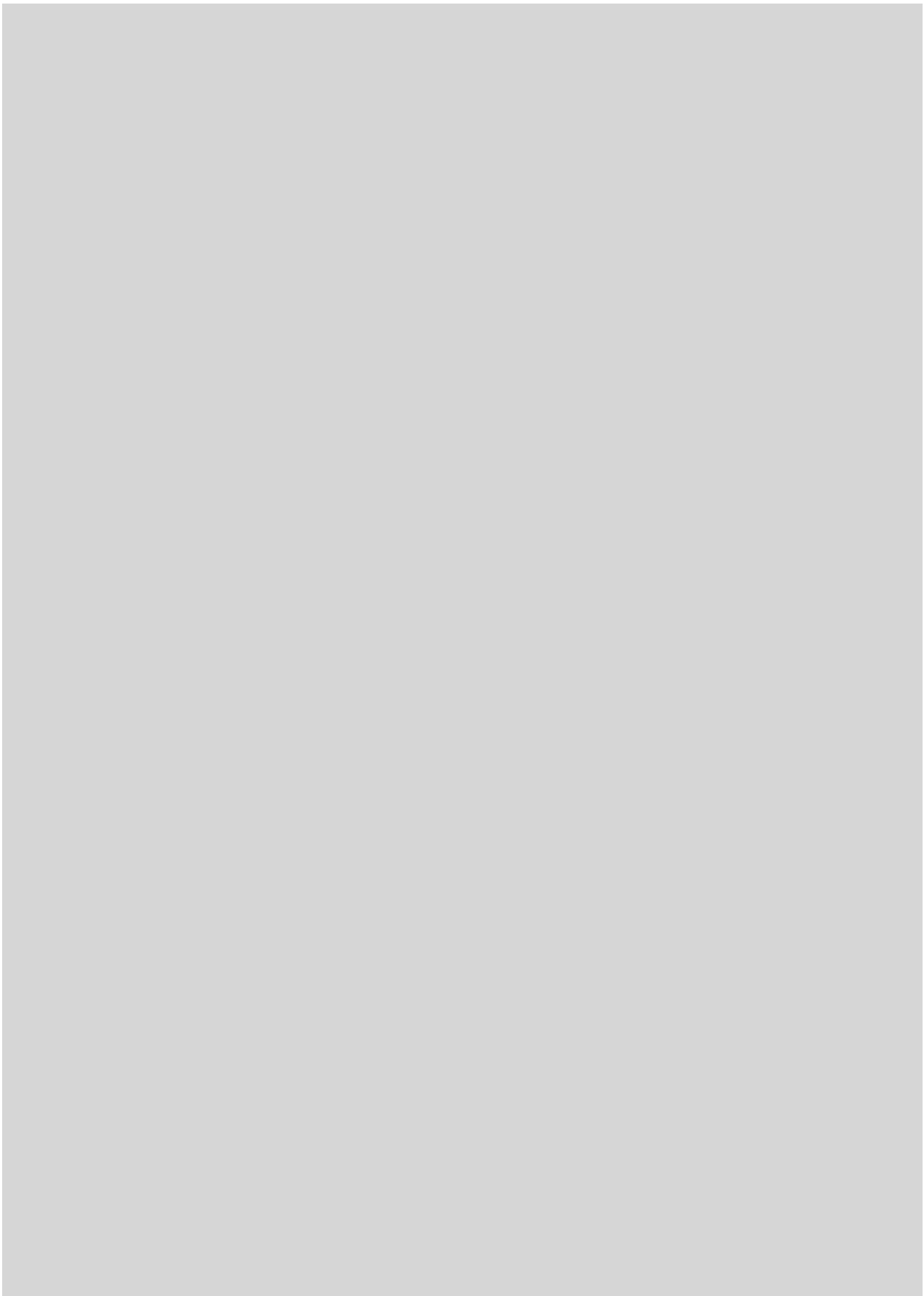
Apto para el servicio

El 13 de mayo pasado, la tripulación de la lanzadera espacial *Atlantis* atracó en el Telescopio Espacial Hubble para revisar y poner a punto por quinta y última vez tan venerable instrumento. La NASA había optado por eliminar esa peligrosa misión tras el desastre de la *Columbia* en 2003, pero la insistencia pública y la presión política han acabado por imponerse. Además de las operaciones de mantenimiento, el Hubble ha sido dotado de nueva instrumentación, lo que permitirá ahondar en el vacío existente en longitudes de onda del infrarrojo cercano, con el fin de atisbar el universo de hace 500 millones de años. Si todas las reparaciones y aditamentos funcionan, Hubble podría seguir bruñendo su impresionante panoplia de descubrimientos [véase "Los 10 descubrimientos principales del Hubble", INVESTIGACIÓN Y CIENCIA; septiembre, 2006] hasta 2014 cuando menos, fecha en la que el Telescopio James Webb, su sucesor, se hallará también en órbita.



El Telescopio Espacial Hubble, con la ventana de observación abierta.

MARK NUNAVLES Getty Images (atún); MARK NEWMAN Photo Researchers, Inc. (lobo); PORNICHA KITTIWONGS-AKUL Getty Images (supermercado); PHOTO RESEARCHERS, INC. (Hubble)



PLASTICIDAD NEURONAL

Mano a mano

Los trasplantes dobles de manos podrían hacer que los pacientes cambiasen de zurdos a diestros o viceversa. Dos hombres que habían perdido las dos manos en accidentes laborales recibieron trasplantes después de esperar entre tres y cuatro años. A pesar de tan larga espera y de que el cerebro suele reasignar las áreas vinculadas al control del miembro amputado a otros músculos, los investigadores del Centro de Neurología Cognitiva de Lion encontraron que el cerebro de los pacientes pudo conectarse a las nuevas manos, las cuales consiguieron realizar tareas complejas (en una prueba, uno de los pacientes reparó cables eléctricos). Aunque ambos pacientes eran diestros, su mano izquierda consiguió conectarse al cerebro al menos un año antes que la derecha, con lo que se convirtieron en zurdos. La causa de este cambio no está clara. Es posible que la superioridad previa de la mano derecha hubiera reducido la flexibilidad de las regiones correspondientes del cerebro, dificultando las nuevas conexiones, o quizá las operaciones quirúrgicas se realizaron de forma ligeramente diferente.



MANOS TRASPLANTADAS retuercen cables, pero el diestro quizá se convierta en zurdo.

—Charles Q. Choi

CLIMA

La selva tropical y la lluvia: ¿causa o efecto?

Durante mucho tiempo se ha pensado que las selvas tropicales eran el resultado de lluvias intensas. Ahora se baraja una nueva hipótesis: las regiones arbóreas con determinadas características podrían facilitar las condiciones que provocan la lluvia. Según esta hipótesis de la "bomba biótica", los bosques que abarcan grandes superficies, la selva del Amazonas por ejemplo, atraen ingentes cantidades de vapor de agua de la siguiente forma: la evaporación y condensación de agua en el bosque provoca la caída de la presión atmosférica local; a su vez, esa caída de la presión atrae aire húmedo, lo que tiene como consecuencia que llueva, con la que aumenta aún más la concentración de vapor de agua en el bosque.

Es decir, se trata de un fenómeno de realimentación positiva. El investigador Douglas Sheil, de la Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre, afirma que "esta teoría podría explicar por qué permanecen tan húmedas las regiones continentales interiores cubiertas de selva tropical". Sheil recupera el modelo de "bomba biótica" propuesto en 2006 por Anastassia Makarieva y Victor Gorshkov, ambos del Instituto de Física Nuclear de San Petersburgo. Los resultados del estudio "podrían ayudarnos a descubrir el verdadero riesgo de la deforestación masiva". Sheil destaca lo prometedor del modelo, si bien se requieren más datos relativos al patrón de las circulaciones de aire y al tipo de vegetación.

—Steve Mirsky



LAS SELVAS HUMEDAS podrían disminuir la presión atmosférica local, lo que generaría vientos que les llevarían más vapor de agua.

DATOS

Vuelve la cigüeña

2007 es el año de la historia en que han nacido más estadounidenses. Según los datos provisionales del Centro Nacional de Estadísticas de la Salud, los nacimientos superaron el máximo previo de 1957, la cima del llamado "baby boom". La tasa de nacimientos ha subido paulatinamente durante los últimos años, por razones que no se conocen con exactitud. Las mujeres que vivían en 2007 en los Estados Unidos tendrán una media de 2,1 hijos a lo largo de la vida, justamente la cifra considerada por los demógrafos como el mínimo para mantener la población sin tener que recurrir a la inmigración. Tienen muchos menos hijos que en los años cincuenta (cuando todavía no había píldora anticonceptiva); en esa época las mujeres tenían casi cuatro hijos de media. Sin embargo, ahora la población es casi el doble que entonces; esa es la razón principal del nuevo máximo de nacimientos.



EE.UU. en 1957

Población: 171 millones

Nacimientos: 4.308.000

Nacimientos por 1000 mujeres de entre 15 y 44 años: 122

EE.UU. en 2007

Población: 301 millones

Nacimientos: 4.317.119

Nacimientos por 1000 mujeres de entre 15 y 44 años: 69

Cifras de población provenientes del censo oficial de los Estados Unidos: www.census.gov/popest/. Los informes del Centro Nacional de Estadísticas de la Salud están disponibles en www.cdc.gov/nchs/about/nchs_en_espanol.htm

BIOLOGIA

Charla electromagnética

Los organismos unicelulares podrían comunicarse por medio de la radiación. Daniel Fels, del Instituto Tropical Suizo de Basilea, mantuvo poblaciones de *Paramecium caudatum* en completa oscuridad dentro de tubos transparentes, que evitaban que las células se enviaran entre sí mensajes químicos. Descubrió que los microorganismos podían influir en el comportamiento alimentario y en las tasas de crecimiento de sus vecinos de otros tubos, lo cual sugiere la existencia de señales electromagnéticas. Los microorganismos parecían usar al menos dos frecuencias para



CONVERSACION LUMINOSA.
Un paramecio puede utilizar dos frecuencias de luz para comunicarse.

comunicarse, una de las cuales correspondía a la radiación ultravioleta. Por ejemplo, pequeñas poblaciones de paramecios crecían bastante más cuando estaban separadas de otras poblaciones más grandes por cristales que bloqueaban la radiación ultravioleta, en lugar de por cristal de cuarzo, que la deja pasar. Las estructuras celulares relacionadas con estos mensajes aún no han sido identificadas. Fels sugiere que las señales en cuestión podrían llevar al descubrimiento de nuevas técnicas médicas no invasivas.

—Charles Q. Choi

FISIOLOGIA

Mezclas de sabores

Entre los cinco sabores, el salado, el dulce y el umami (carnoso o sabroso) son apetitosos y nos llevan hacia nutrientes esenciales, mientras que los sabores amargo y ácido, repelentes, nos alertan de sustancias que pudieran resultar nocivas. La mezcla de sabores apetitosos y repelentes le envía al cerebro información contradictoria, cosa que los sentidos tratan de evitar cuando nos proporcionan información que podría salvarnos la vida. Esa señal mixta constituye la causa de que nos repelan los alimentos que se han descompuesto. No es conveniente ingerir una mezcla de lo bueno y lo malo.

Las medicinas, en grandes cantidades, son venenosas. Por eso las encontramos amargas. Pero pueden resultar menos desagradables camufladas bajo una capa de azúcar. De igual manera, quienes encuentran desagradable el amargor del café lo enmascaran con azúcar, leche o crema.

Ya de adultos podemos desdeñar tales advertencias gustativas y tomarle gusto al café, las aceitunas o a los quesos fuertes. Pero provocaríamos una confusión en nuestros sentidos si mezcláramos un sabor que en un principio era repelente con otro apetitoso. ¿Le apetecerían unos pepinillos con cacao? La confusión, por otra parte, puede también resultar deliciosa: en la cocina china es corriente la combinación de lo dulce y lo agrio.

—Tim Jacob,
profesor de ciencias biológicas,
Universidad de Cardiff

HIELOS POLARES

La Antártida y el nivel del mar

La máxima subida del nivel del mar provocada por el rápido calentamiento y el consiguiente colapso de la capa de hielo de la Antártida Occidental podría ser de 3,3 metros y no cinco o más como se creía hasta ahora. Se ha calculado con un nuevo modelo que considera que sólo una parte de la capa de hielo desembocará en el mar, concretamente las zonas asentadas por debajo del nivel del mar o en pendiente bajante hacia el océano. Las partes de la capa situadas por encima del nivel del mar o en pendiente bajante hacia el interior probablemente resistirán. El análisis, sin embargo, no aborda la fusión de la capa de hielo en el resto del mundo. En Groenlandia, por ejemplo, hay suficiente hielo para elevar el nivel del mar siete metros.

—David Biello

BIOLOGIA

Señales de vida

Las hormigas tienen eficientes prácticas funerarias: sacan fuera del hormiguero a sus compañeras muertas antes de que los elementos patógenos de los cadáveres puedan contagiar al resto de la colonia. Algunos expertos pensaban que las hormigas detectaban los productos generados por la descomposición de los cuerpos, pero un nuevo estudio resta verosimilitud a dicha hipótesis. Un grupo de entomólogos de la Universidad de California en Riverside ha descubierto que las hormigas argentinas pueden detectar los cadáveres antes de que comience la descomposición. Es más, el equipo descubrió que las hormigas vivas producen dos sustancias químicas, llamadas dolicoodial e iridomirmecina, que parecen decir "todavía no estoy muerta". Estos productos controlan la necroforesis, eliminación de las hormigas muertas por parte de sus compañeras. Ambas sustancias desaparecen rápidamente tras la muerte: transcurridos diez minutos los niveles son inferiores a la mitad.

—John Matson

Nanohilos semiconductores

Los nanohilos semiconductores se han convertido, gracias a sus novedosas propiedades físicas, en piezas básicas de la electrónica

La nanotecnología está dando ya soluciones a las necesidades actuales, pero a la vez marca las líneas a seguir en el futuro. El reto ahora consiste en la síntesis de estructuras de sólo unos centenares de átomos, donde las nuevas propiedades que aparecen al llegar a dimensiones tan pequeñas se rigen por la mecánica cuántica.

Los nanohilos sintetizados a partir de materiales semiconductores han demostrado ser las piezas ideales para diversas líneas de investigación sobre las futuras generaciones de dispositivos electrónicos nanométricos.

Los nanohilos son estructuras unidimensionales de sólo unos cuantos na-

nómetros de diámetro, o de unas pocas decenas como mucho, y cuya longitud, en comparación, es casi infinita: hasta de varias micras. Con esta morfología filiforme, si el material que los conforma es semiconductor, conseguiremos un confinamiento de carga (se trate de electrones o de “agujeros”, la ausencia de electrones allá donde deberían estar en la estructura ordenada del material) que circulará sobre todo en la dirección longitudinal: actuará como un “hilo eléctrico”. Introduciendo en los nanohilos zonas de dopaje selectivo con átomos donadores o aceptadores de carga, podemos conseguir la creación de uniones PN —de semiconductores dopados para

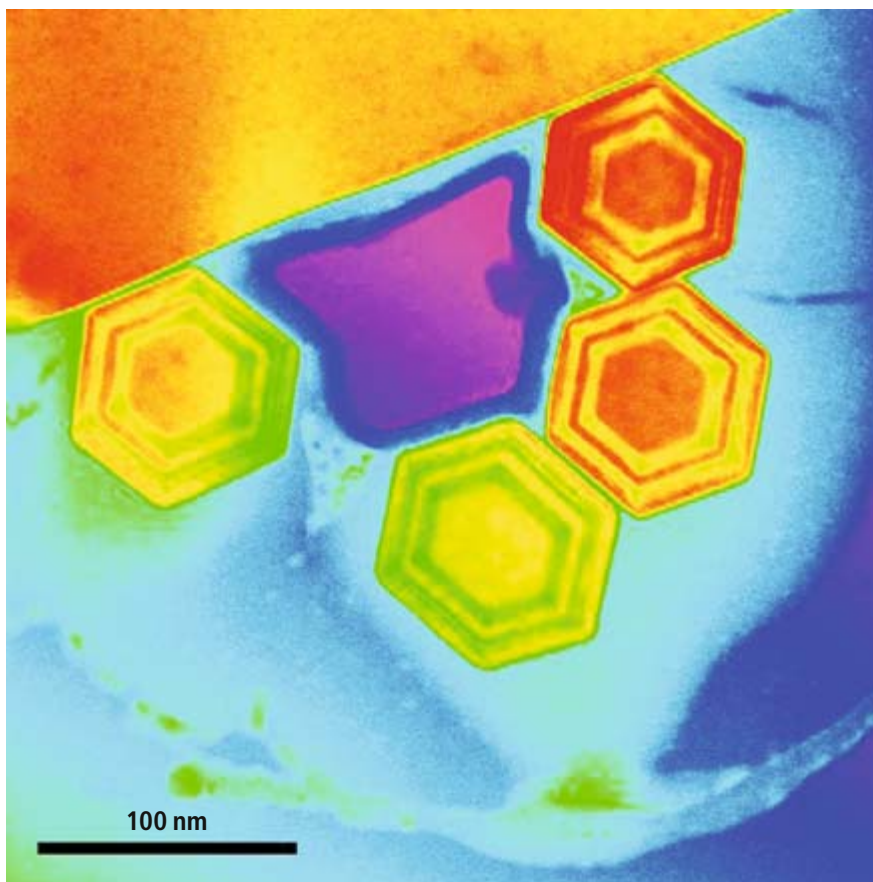
que circulen por ellos cargas negativas y semiconductores dopados para que sean cargas positivas las que transmitan la corriente—: o lo que es lo mismo, creamos en los hilos diodos en la nanoescala.

La creación de un diodo es el paso previo a la creación de un transistor: se alternan en un mismo hilo capas con distinto dopaje o de diferentes materiales semiconductores, aislantes y metales. Los nanohilos presentan, además, unas propiedades optoelectrónicas envidiables; pueden funcionar como diodos emisores de luz (LED), siempre que las propiedades del semiconductor de base o la cuantización en esas escalas tan bajas lo permitan. De este modo, y gracias a que la técnica actual permite seleccionar la localización en la que se quiere ir generando los nanohilos y tener un control casi absoluto del depósito de capas atómicas de diferentes materiales sobre ellos, podemos crear dispositivos electrónicos u optoelectrónicos con una alta densidad de transistores, diodos o LED y, por lo tanto, circuitos complejos o paneles lumínicos que ocupen muy poco espacio.

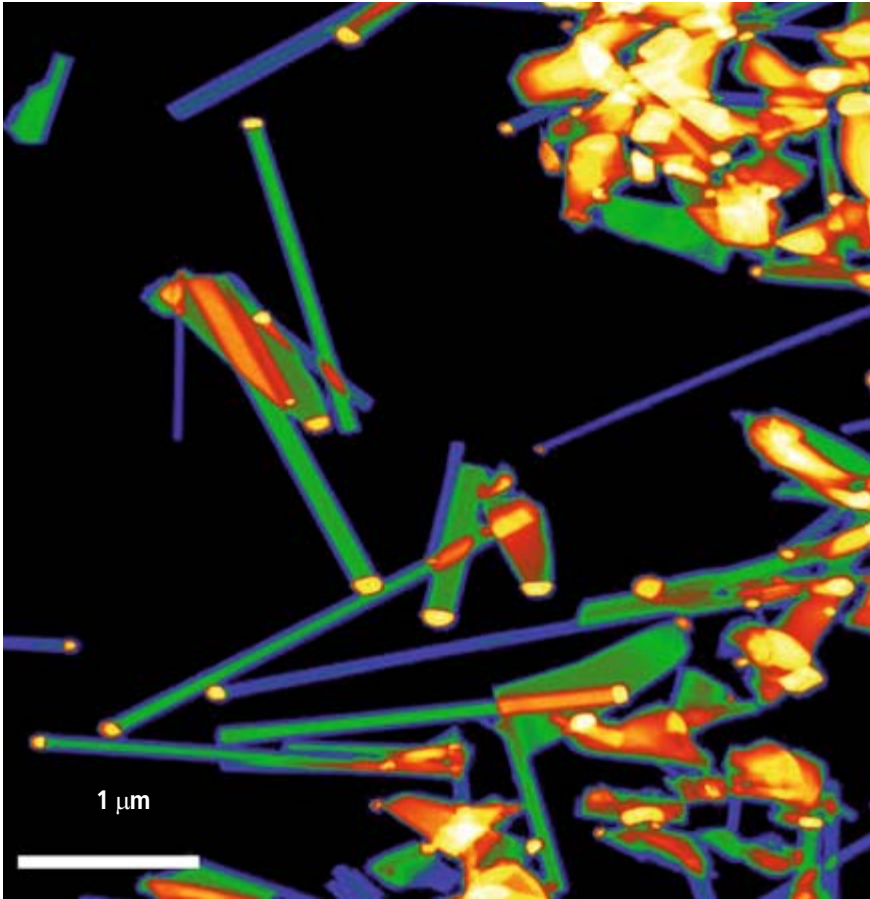
El menor espacio implica también un menor consumo energético y un aumento de las prestaciones, de suerte que un solo dispositivo desempeña diversas funciones. En este sentido, los nanohilos semiconductores se han venido utilizando tanto para la creación de microdispositivos o nanodispositivos electrónicos y optoelectrónicos, como para sensores de diversa índole o para la creación de generadores de energía y de células solares de alto rendimiento.

Aplicaciones de los nanohilos semiconductores en optoelectrónica

Se han obtenido estructuras de gran complejidad combinando materiales a lo largo de la dirección de crecimiento de los nanohilos, tanto de forma coaxial, alrededor de su eje, como axial, a lo largo del mismo. Hasta el momento, las heteroestructuras coaxiales han mejorado el rendimiento de los dispositivos basados



1. Imagen coloreada obtenida en un microscopio electrónico de transmisión de la sección transversal de cuatro nanohilos semiconductores de arseniuro de galio (GaAs) con pozos cuánticos coaxiales hexagonales de AlAs/GaAs para aplicaciones en optoelectrónica. Sintetizó estos nanohilos el grupo de Anna Fontcuberta Morral en el Instituto Walter Schottky de Múnich.



2. Imagen coloreada obtenida en un microscopio electrónico de transmisión de diversos nanohilos semiconductores de ZnO. Sintetizó los nanohilos Joan D. Prades y los analizó Jordi Arbiol, ambos del Departamento de Electrónica de la Universidad de Barcelona.

en nanohilos, gracias al confinamiento de carga en el núcleo de éstos, con la consiguiente reducción de la dispersión superficial.

La alternancia de capas de materiales semiconductores con distintas energías en la banda prohibida da lugar a la formación de pozos cuánticos con propie-

dades de emisión de fotones distintas de las del material en el núcleo. Por esta razón, las estructuras coaxiales o núcleo-capas en nanohilos se están utilizando para modular y controlar las propiedades optoelectrónicas de emisión; por ejemplo, para la fabricación de diodos emisores de luz o láseres multicolor.

Nanohilos semiconductores para la generación de energía

Los nanohilos semiconductores no sólo se pueden utilizar para generar luz; también se están diseñando dispositivos para captarla valiéndose de las propiedades semiconductoras. En este sentido, las uniones PN y PIN en nanohilos hacen que éstos puedan usarse en células solares de alto rendimiento; se abren así nuevas perspectivas en el campo de las energías renovables.

Por otro lado, algunos nanohilos semiconductores pueden generar cierto potencial eléctrico cuando se someten a una tensión mecánica (es decir, tienen un comportamiento piezoeléctrico). Esta característica ha permitido fabricar nanogeneradores de energía a partir del biomovimiento muscular: pequeños dispositivos basados en técnica de nanohilos podrían acumular energía a partir del simple movimiento de los dedos al teclear estas líneas.

Jordi Arbiol

*Profesor de investigación ICREA
Instituto de Ciencia de Materiales
de Barcelona, CSIC*

Los tejados verdes

Cubiertas vegetales de plantas autóctonas para los edificios

A lo largo del tiempo, las ciudades han ido ganando terreno a la naturaleza, destruyéndola y sustituyendo la superficie vegetal por superficies inertes. Aunque se incorpore arbolado en calles y parques, la mayor superficie visible de las ciudades, la de las cubiertas, queda sin vegetar. Se producen así alteraciones microclimáticas que convierten las ciudades en islas de calor.

Sin embargo, la arquitectura y la vegetación han estado hermanadas a lo largo de la historia. La referencia más antigua al uso de la vegetación en las cu-

biertas la tenemos en los patios y huertos construidos en Egipto y Persia hacia 2600 a.C., o en los Jardines Colgantes de Babilonia de 600 a.C., que eran auténticas cubiertas vegetales. También, en edificios singulares construidos en los siglos XIX y XX; por citar un ejemplo, los del conjunto del Rockefeller Center, de Ralph Hancok, en Nueva York.

¿Qué ha hecho que esas cubiertas mantengan todavía su viabilidad e interés? ¿Cuáles son, además de su indudable atractivo, sus ventajas ambientales y energéticas?

Los organismos regulan su temperatura de un modo u otro. La vegetación controla su temperatura foliar adaptándola a la del ambiente en que se encuentra, sin que difiriera de ella en más de 2°C. En esos mismos momentos, una superficie inorgánica, de igual color, puede tener en verano una temperatura entre 30 y 40°C superior a la del aire, y en invierno hasta 10°C menos.

La vegetación controla su temperatura combinando varios procedimientos. Dependiendo del color, un porcentaje se refleja y otra fracción se transmite hacia



Imagen de las nuevas cubiertas ecológicas de tercera generación, las cubiertas ecológicas jardín.

el suelo a través de la hoja aislada, aunque este factor globalmente desaparece cuando se forman varias capas superpuestas de vegetación. Por otro lado, parte de la energía que absorbe la planta se invierte en producir biomasa. Por último, el resto se disipa, en gran medida por evapotranspiración, a través de los estomas celulares.

Por tanto, la ventaja de los tejados verdes es la de no calentarse cuando reciben la radiación solar en verano, sin menospreciar la absorción de contaminantes atmosféricos, la producción de oxígeno y el incremento del aislamiento térmico.

No podemos obviar los aspectos negativos, como el consumo de agua, el sobrepeso y la necesidad de mantenimiento. Los aspectos negativos se manifiestan con mayor claridad en las cubiertas ajardinadas tradicionales, voluminosas, muy pesadas y con la servidumbre de un mantenimiento constante. Frente a ellas, otro tipo de cubiertas, las denominadas cubiertas ecológicas, de poco porte, ligeras y sin mantenimiento (exentas de riego, abono, poda o resiembra) resuelven en gran medida los inconvenientes mencionados, conservando las ventajas.

La imagen más evidente de una *cubierta ecológica* es la de la vegetación es-

pontánea que surge en los canalones en algunas fachadas, entre las tejas y las piedras de un camino. Son plantas autóctonas y espontáneas que no necesitan que nadie las cuide para prosperar.

El origen de las cubiertas ecológicas actuales se remonta a la posguerra, cuando en Alemania fue necesario reconstruir rápidamente las viviendas destruidas por los bombardeos. Las cubiertas de estas viviendas se protegían con grava, o con lo que era más fácil de encontrar, cascos y restos de demoliciones. Con esos cascos posiblemente iba algo de tierra, y a ella llevaron de forma espontánea semillas los pájaros o el viento. Esas semillas prosperaron; de ellas nacieron jardines espontáneos en las cubiertas. Las viviendas en las que habían surgido estos jardines estaban mejor aisladas, gastaban menos energía y proporcionaban ambientes más confortables. Esto se convirtió en un sistema constructivo que permite que hoy en día haya en Alemania cientos de miles de metros cuadrados de cubiertas ecológicas.

Una cubierta ecológica básicamente consta de las siguientes capas: vegetación autóctona sin mantenimiento; un sustrato ligero (que la convierte en aislante), que drena muy bien, para que no se encharque y provoque la pudrición de las raíces, y capaz de retener nutrientes y humedad; un separador que evite la pérdida de finos del sustrato; un sistema de drenaje para evitar el encharcamiento y

Vegetación espontánea sobre una cubierta.

