

DIALOGO: CIENCIA Y TEOLOGIA

INVESTIGACION *y* CIENCIA

JUNIO 2006
6,00 EUROS

Edición española de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

Computación con nudos cuánticos

¿POR QUÉ SON TAN INTELIGENTES
ALGUNOS ANIMALES?

LA ENERGIA FANTASMA
Y EL FUTURO DEL UNIVERSO

GLOBALIZACION Y POBREZA

VACUNAS CONTRA LOS ROTAVIRUS



3 HACE...

50, 100 y 150 años.

4 APUNTES

Bioingeniería, Conservación de alimentos, Evolución, Salud, Sida, Clima.

6 DIALOGO

Ciencia y Teología

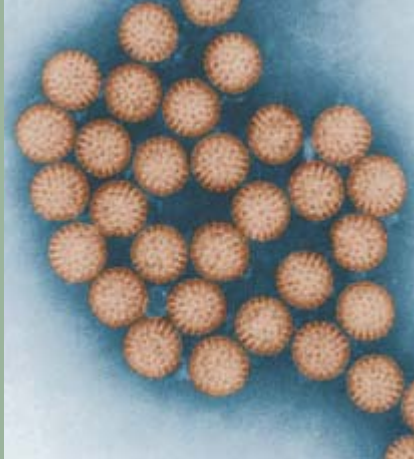
36 CIENCIA Y SOCIEDAD

Episodios climáticos extremos...
La cova des Pas...
Nanotubos de carbono.



42 DE CERCA

Oso marino de El Cabo.



20

Vacunas contra los rotavirus

Roger I. Glass

Tras 30 años de investigación, las vacunas contra la principal causa de diarrea infantil letal están listas para salir al mercado.

28

Vehículos híbridos

*Joseph J. Romm y
Andrew A. Frank*

Mientras crece la aceptación de los vehículos híbridos de gasolina y electricidad, parques en combustible, se vislumbra ya una nueva generación de híbridos más limpios y económicos.



44



¿Por qué son tan inteligentes algunos animales?

Carel van Schaik

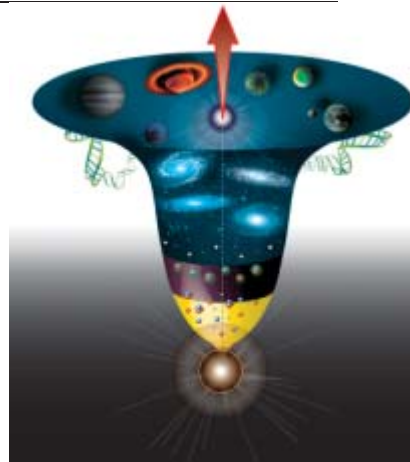
El insólito comportamiento de los orangutanes de un pantano de Sumatra sugiere que el aprendizaje potencia la capacidad mental.

53

La energía fantasma y el futuro del universo

Pedro F. González Díaz

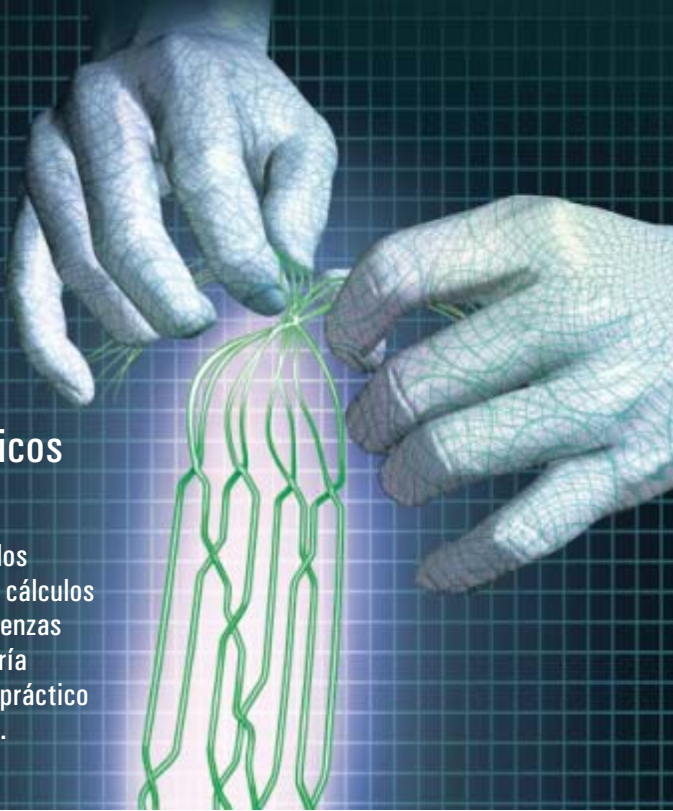
La energía oscura, a la que se debe la actual expansión acelerada del universo, podría hacer que los agujeros de gusano, conexiones entre partes separadas del espaciotiempo, crecieran hasta abarcar el universo entero.



12 Computación con nudos cuánticos

Graham P. Collins

Una máquina basada en los "alones", que representa cálculos mediante conjuntos de trenzas en el espaciotiempo, podría acercarnos a un método práctico de computación cuántica.



62 Radio cognitiva

Steven Ashley

Radios inteligentes y otros nuevos dispositivos inalámbricos evitarán las congestiones en la transmisión: conmutarán de modo instantáneo a las frecuencias cercanas libres que encuentren.

70



Hacia el rozamiento cero

Jean Michel Martin

Dos superficies cristalinas pueden deslizarse una sobre otra sin fricción apenas. El descubrimiento de este fenómeno inesperado abre perspectivas de interés, sobre todo para la lubricación de motores.

76 Globalización y pobreza

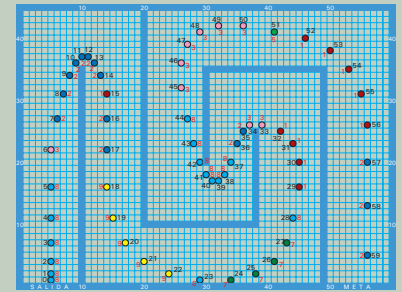
Pranab Bardhan

La globalización lo mismo puede ayudar que perjudicar a los pobres del mundo. El reto estriba en maximizar la ayuda y minimizar los perjuicios.



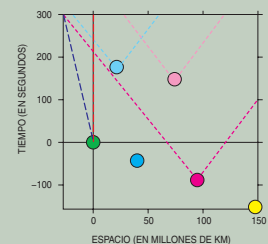
84 CURIOSIDADES DE LA FÍSICA

Paso a paso,
por Norbert Treitz



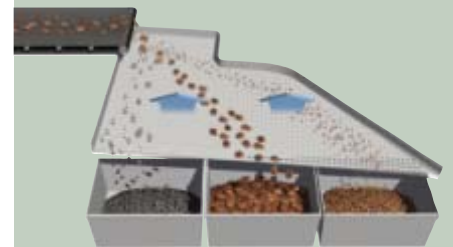
88 JUEGOS MATEMÁTICOS

Espaciotiempo y azar,
por Juan M.R. Parrondo



90 IDEAS APLICADAS

Frutos secos,
por Mark Fischetti



92 CIENCIA Y GASTRONOMIA

Parentescos culinarios,
por Hervé This

93 LIBROS

Renacimiento,
Humanista y transgresor.



INVESTIGACION 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
NEWS EDITOR Philip M. Yam
SPECIAL PROJECTS EDITOR Gary Stix
SENIOR EDITOR Michelle Press
SENIOR WRITER W. Wayt Gibbs
EDITORS Mark Alpert, Steven Ashley,
Graham P. Collins, Steve Mirsky,
George Musser y Christine Soares

PRODUCTION EDITOR Richard Hunt
GENERAL MANAGER Michael Florek
VICE PRESIDENT AND MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL
Dean Sanderson

PRESIDENT AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER
Gretchen G. Teichgraber
CHAIRMAN John Sargent

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:

MOSAICO COMUNICACION, S. L.
Santiago Villanueva Navarro
Tel. y fax 918 151 624
Móvil 661 472 250
mosaicocomunicacion@yahoo.es

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:

Juan Manuel González Mañas: *Vacunas contra los rotavirus*; Luis Bou: *Computación con nudos cuánticos, Hacia el rozamiento cero*; Joandomènec Ros: *¿Por qué son tan inteligentes algunos animales?*; J. Vilardell: *Globalización y pobreza, Hace..., Apuntes e Ideas aplicadas*; I. Nadal: *Diálogo*; Jürgen Goicoechea: *Curiosidades de la física*; M.^a Rosa Vallés: *Ciencia y gastronomía*



Portada: Jean-Francois Podevin

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	90,00 euro	170,00 euro

Ejemplares sueltos:

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

Difusión
controlada 

Copyright © 2006 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

Copyright © 2006 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

EL ANTIPROTÓN. «Desde que se evidenció que la creación de un antiprotón requiere una energía enorme, los rayos cósmicos se convirtieron en el lugar más indicado para encontrarlos. En contadas ocasiones hallaron los investigadores algo que pareciera señalar la generación de un antiprotón, pero nunca con información suficiente para identificarlo con certeza. Cuando el Bevatrón de la Universidad de California empezó a bombardear con protones de 6 GeV (1 giga-electronvolt, mil millones de electronvolt) un blanco de cobre, el problema siguiente fue detectar e identificar los antiprotones resultantes. Owen Chamberlain, Thomas Ypsilantis y los autores de este artículo elaboramos un plan para ello. En Berkeley, ya se han detectado, en emulsiones, trazas de unos 20 antiprotones. —Emilio Segrè y Clyde E. Wiegand» [Nota de la redacción: Emilio Segrè ganó el premio Nobel de física en 1959.]

MAÍZ POLÍTICAMENTE CORRECTO. «El reinado personal de Trofim Lysenko sobre la genética de la URSS llegó a su fin en abril con su dimisión como director de la Academia de Ciencias Agrícolas de la Unión. Ello da a entender que, tras considerarse durante 15 años una rama de la ciencia políticamente desacreditada, la genética de Mendel vuelve a aceptarse en la Unión Soviética. En los campos soviéticos ya se está plantando maíz híbrido, incompatible con las teorías de Lysenko sobre las características adquiridas. La semana antes de que Lysenko desapareciera de la luz pública, se anunciaba en Moscú la publicación inminente de las investigaciones de Nikolai Vavilov, genetista de fama internacional que se opuso al ascenso de Lysenko. Vavilov murió en 1942 deportado a Siberia.»

...cien años

ALIMENTOS EN CONDICIONES. «El descubrimiento de los métodos antihigiénicos que se aplican en las plantas de envasado del Oeste, recientemente sometidos a la atención del presidente [Theodore Roosevelt] y a los

que ahora se pretende que ponga coto y remedio una inspección oficial especial, tal como se prevé en la enmienda Beveridge del proyecto de ley de Asignaciones Agrícolas, tendrá como consecuencia que la preparación de productos inadecuados para el consumo humano se someterá a controles sanitarios. Parece haberse perdido de vista el hecho de que la ley cubre sólo una parte reducida de nuestros alimentos. Lo que es cierto para los productos cárnicos derivados del vacuno, ovino, cabrito y porcino (sobre todo carnes y mantecas enlatadas y preparadas) es por igual aplicable a una extensa variedad de otros productos, tales como aves, caza, pescado y huevos» [Nota de la redacción: Ese intento se debió en gran medida a la influencia del libro de Upton Sinclair *La jungla*, publicado en 1906.]

LA MÁQUINA N.º 7. «La ilustración muestra el último modelo de coche automotor de gasolina de la Union Pacific, construido para tráfico urbano y para servicios de inspección en las líneas de esa compañía. La máquina n.º 7 se ha fabricado en los talleres de Omaha (Nebraska) de Union Pacific Railroad; en fecha reciente ha superado con éxito una serie de pruebas entre esa ciudad y Grand Island. Entre los rasgos más destacados del modelo están las ventanillas tipo ojo de buey, el afilado tope delantero y los cómodos accesos de entrada. La propulsión se debe a un motor de gasolina de seis cilindros montado sobre los bojes delanteros.»

...ciento cincuenta años

LA PRIMERA FOTOGRAFÍA SUBACUÁTICA. «W. Thompson, de Weymouth (Inglaterra), da cuenta, en *Journal of the Society of Arts*, de los medios de que se valió para tomar una fotografía del fondo marino, en la bahía de Weymouth, a una profundidad de tres brazas. Parece que la cámara la introdujo en una caja, cuyo frente era una hoja de vidrio, con un disparador alargable que se quedaba arriba mientras la caja se hundía. Cuando ésta llegaba al fondo, se exponía la placa durante unos diez minutos. Seguidamente se izaba la caja a la embarcación y la imagen se revelaba del modo usual. Así se consiguió una imagen de las rocas y algas del fondo de la bahía. Prevé el señor Thompson que éste podría constituir un método sencillo y barato para conocer el estado de muelles, puentes, pilares, estructuras y cimentaciones subacuáticas.»

CAMELLOS TEJANOS. «Los camellos árabes por los que el gobierno envió al Mediterráneo una expedición oficial han llegado a la bahía de Matagorda, en Texas. Se emplearán como medio de transporte en los desiertos del oeste de nuestro país.»



Coche automotor n.º 7, Union Pacific Railroad, 1906.

BIOINGENIERIA

Electrodo vírico

Las baterías de iones de litio tradicionales tienen unos electrodos de carbono demasiado gruesos para la energía que proporcionan. Para adelgazarlos, se ha recurrido a uno de los paradigmas del autoensamblado, los virus. Un equipo del Instituto de Tecnología de Massachusetts ha diseñado un virus tubular de gran longitud, de nombre M13; forma una cápside proteínica que se adhiere vigorosamente a los átomos de cobalto y de oro. Para ello, sumergieron una película de

electrolito polimérico en una solución con el virus y luego en una solución con los átomos metálicos; consiguieron así una lámina transparente revestida de óxido de cobalto y oro. El resultado, un electrodo positivo, almacena tres veces más energía que su pariente de carbono. El siguiente objetivo consiste en formar un electrodo negativo y, finalmente, una batería autoensamblada.

—J. R. Minkel

CONSERVACION DE ALIMENTOS

¿Cómo impiden la sal y el azúcar la descomposición microbiana?

La sal (normalmente, cloruro sódico) y el azúcar (por lo general, sacarosa) dificultan de diversas formas el crecimiento microbiano e impiden así la descomposición de los alimentos. Entre ellas, la más notable es la simple ósmosis, que produce deshidratación. La sal o el azúcar, sea en forma sólida o en solución, tratan de alcanzar un equilibrio con el contenido de sal o de azúcar del producto alimenticio con el que están en contacto. La consecuencia es la extracción de agua existente en el interior del alimento y la introducción de moléculas de sal o azúcar en su interior. De ahí resulta una reducción de la actividad acuosa (a_w), una medida de la proporción de las moléculas de agua sin ligar, necesarias para que los microorganismos sobrevivan y se reproduzcan. El valor de a_w de la mayoría de los alimentos frescos es 0,99 y el valor de a_w necesario para detener el crecimiento de casi todas las bacterias es, aproximadamente, 0,91. Las levaduras y los mohos sobreviven aún con valores menores. Los microorganismos divergen entre sí en su capacidad de resistir las reducciones de contenido acuoso por efecto de la sal o el azúcar. La mayoría de las bacterias



patógenas dejan de multiplicarse por debajo de $a_w = 0,94$ (concentraciones de cloruro sódico en torno al 10 por ciento), mientras que la mayoría de los mohos que estropean los alimentos medran todavía con valores de 0,80, que corresponde a disoluciones concentradas de sal o de azúcar. La sal y el azúcar, además de deshidratar los alimentos, obstaculizan la actividad enzimática de los microorganismos y debilitan la estructura molecular de su ADN. El azúcar puede ocasionar también una forma indirecta de conservación, ya que puede acelerar la acumulación de compuestos antimicrobianos procedentes del aumento de otros microorganismos. Son ejemplos al caso la conversión de azúcar en etanol en el vino por las levaduras de las fermentaciones y la transformación de

azúcar en ácidos orgánicos en la *choucroute* (col ácida) por bacterias que producen ácido láctico.

—Mickey Parish

Depto. Ciencias de la Nutrición y Alimentación
Universidad de Maryland

EVOLUCION

Como pez fuera del agua

El descubrimiento en las zonas árticas canadienses de unos fósiles de peces con aletas similares a extremidades se ha interpretado como el hallazgo de un eslabón perdido en la evolución de los animales desde el agua a tierra firme. Los tres especímenes casi completos de un pez aplanado con hechuras de caimán, al que se ha dado el nombre de *Tiktaalik roseae*, poseen las escamas, las aletas, el hocico y la mandíbula inferior de un pez, y las vértebras, el cuello, el cráneo, las muñecas y los huesos digitales de un animal terrestre. Los fósiles, de hasta tres metros de longitud, fueron desenterrados de rocas cubiertas de hielo en una zona de osos polares, pero hace unos 375 millones de años, cuando vivieron aquellos peces, la tundra se asemejaba a una versión subtropical del actual delta del Mississippi. Las costillas traslapadas de aquel depredador de dientes afilados componían un tronco rígido impropio de los peces que flotan en el agua; debió de vivir en los bajíos, quizá con excursiones a tierra.

—Charles Q. Choi



El eslabón perdido. El tiktaalik llena un vacío entre los animales acuáticos y los terrestres.

MATT COLLINS (arriba); UNIVERSIDAD DE CHICAGO (abajo)

SALUD

La guerra de los estudios

Ultimamente, se extiende la confusión acerca de los supuestos beneficios de ciertos alimentos. Los estudios contradictorios, y los estudios de los estudios, se acumulan; resultados que parecían firmes quedan en entredicho. Al revisarse 54 estudios que al parecer demostraban que beber con moderación palia las enfermedades cardíacas, se ha visto que la mayoría de ellos juntaba abstemios con ex bebedores; como algunos de estos quizá dejasen de beber tras enfermar, rebajan la media de salud del grupo. En los siete estudios en que abstemios y ex bebedores estaban separados, no se hallaron los efectos protectores del alcohol. Y cuando se reorganizaron los datos publicados de los estudios que combinaban abstemios y ex bebedores, se esfumaron los efectos protectores. Sin embargo, los puros datos fisiológicos dan a entender que el alcohol podría tener, pese a todo, algún efecto beneficioso, como subraya una de las autoras de la revisión.

—J. R. Minkel

Más confusión estadística: ahora ponen en entredicho que el consumo moderado de alcohol proteja el corazón.



SIDA

El fracaso de “tres para el cinco”

El programa “3 para el 5” de Onusida y la Organización Mundial de la Salud pretendía que se atendiera en los países pobres y medianos a tres millones de enfermos de sida con antirretrovirales para finales de 2005 (de los seis millones y medio, de infectados con HIV que los necesitaban en esas naciones). En marzo de 2006 publicaban esos organismos de las Naciones Unidas su informe acerca de “3 para el 5”: en diciembre de 2005 recibían antirretrovirales, en esos países, sólo alrededor de 1.300.000 personas (por unas 700.000 en 2004). El precio medio anual, en los países pobres, del tratamiento de “primera línea” era en 2005 de 268 dólares. El de segunda línea (las opciones a que se recurre cuando falla el tratamiento de primera línea) no ha descendido en la misma medida: en Costa de Marfil, por ejemplo, cuesta 1700 dólares, y 6788 en Panamá. La financiación internacional no cubre lo que les falta a los individuos y naciones pobres para costearse la medi-

cación. Según Onusida, la diferencia entre el gasto necesario para luchar contra el sida y los fondos disponibles entre 2005 y 2007 será de 18.000 millones de dólares (alrededor de una diezmilésima del producto bruto del mundo —medido en paridad de poder adquisitivo— durante ese período, una mitad del cual, más o menos, corresponde a las naciones desarrolladas). A lo largo de 2006 se dispondrá de unos 9000 millones de dólares. Sin un cambio radical, la falta de recursos no dejará de crecer, con la consiguiente pérdida de millones de vidas: sólo en 2008, se necesitarán unos 22.000 millones de dólares. Téngase en cuenta que, pese a las dudas que algunos expresaban, el tratamiento con antirretrovirales, cuando llega a aplicarse, tiene el mismo éxito en los países pobres que en los ricos: el 93 por ciento de los medicados en Sudáfrica siguen vivos un año después, y la mayoría de los que murieron pertenecían al grupo de los que no recibieron a tiempo el tratamiento.

CLIMA

Venecia y el cielo de Islandia



Venecia y su laguna, fotografiadas por el satélite Terra de la NASA.

Las recurrentes inundaciones de la laguna de Venecia dependen de la presión atmosférica en Islandia. Lo ha descubierto un grupo de investigadores venecianos. En concreto, han observado su estrecha dependencia de la Oscilación del Atlántico Norte, fenómeno similar a El Niño pero centrado sobre el océano glacial Ártico. Consiste en una determinada configuración de la presión atmosférica entre Islandia y las Azores, con una fluctuación repetida; en los últimos decenios ha causado otoños lluviosos en Europa. La Oscilación llega a subir 20 centímetros el nivel de las mareas venecianas, por medio de su influencia en la dirección de los vientos y la magnitud de las precipitaciones. Es un efecto de magnitud tal, que enmascara el del hundimiento natural o artificial de la laguna o los cambios debidos al aumento global de la temperatura. La interacción entre el viento solar y el campo magnético terrestre actúa sobre la formación de nubes y la periodicidad de la Oscilación. Habida cuenta de los ciclos solares, los investigadores predicen una subida del nivel del agua excepcional en el invierno de 2006 y en el de 2040. Advierten también de que el proyecto Moisés, unas compuertas que protegerían la ciudad de las mareas, sería sólo una solución parcial: los ecosistemas más delicados de la laguna seguirían amenazados por los niveles estacionales del agua.

—Jacopo Pasotti

Ciencia y Teología

El cosmólogo Gerhard Börner y el teólogo católico Hans Küng dialogan con Reinhard Breuer y Götz Hoeppe, director y redactor, respectivamente, de *Spektrum der Wissenschaft*, la edición alemana de *Scientific American*, sobre las relaciones entre ciencia y teología.

Spektrum: Profesor Küng, ¿cómo se encuentra hoy la relación de la teología con las ciencias naturales?

Küng: Vista en conjunto, la relación de la Iglesia con la física es hasta cierto punto distendida. Es más delicada con la biología, y aún más difícil en ciertas cuestiones de psicología e investigación del cerebro.

Spektrum: Profesor Börner, ¿son ciencia y teología niveles totalmente diferenciados, para los cuales lo mejor es mantenerse alejados entre sí?

Börner: Preferiría decir que ciencia y teología abordan esferas distintas de la realidad. Hay una esfera donde la ciencia es competente. Está restringida a la objetivación. Acepto que hay un mundo real, que está frente a mí. Se prescinde del sujeto, del que se ocupa la religión; en la física no figura. Sobre si aparece en alguna otra parte, la física tampoco tiene nada que decir.

Spektrum: ¿Es nítida o imprecisa esta separación?

Küng: En cualquier caso se ha de considerar como una cuestión de principio. Hay temas en los que la religión sencillamente no es competente, así la manera en que se constituyó el cosmos. Pero lo mismo vale a la inversa, en lo que toca al origen mismo, el sentido originario de todo, las normas éticas, nuestra patria espiritual. Este es sólo un aspecto. En ambos lados hay innumerables cuestiones que obligan a cada disciplina a ponerse al día con la otra.

Spektrum: ¿Es uno de estos temas la creación, que usted trata con detalle en su libro *Der Anfang aller Dinge* ("El principio de todas las

cosas")? ¿Aborda mejor la religión esta cuestión, donde la física topa con sus límites?

Küng: Admiro lo mucho que se ha profundizado en cosmología desde Copérnico y Galileo. Tengo curiosidad y quisiera saber cómo se desarrolla. Es independiente de mi fe, que se remonta a otra fuente. Pero me pregunto también cómo se relacionan los sucesos de los "tres primeros minutos" con el relato bíblico de la creación en los primeros siete días.

Spektrum: ¿No se trataría de una teoría para tapar los agujeros, la búsqueda de un Dios en los resquicios que la ciencia no pueda llenar?

Küng: La teología ilustrada ha aprendido, a buen seguro, de los muchos errores de los teólogos y de la Iglesia en el pasado. Una batalla tras otra en retirada. Siempre existe el riesgo de que se tapen esos agujeros y haya

Küng: Estos contactos se dan. Pero proyectos como la búsqueda, quizá vana, de la fórmula del mundo son propiamente cuestiones de la arquitectura intramundana; otras son las que a la religión le interesan. En el origen primerísimo del espacio y el tiempo la física ya no es competente.

Spektrum: Doctor Börner, ¿es así?

Börner: Los modelos del cosmos son sumamente sencillos. El modelo de la gran explosión explica con precisa exactitud las observaciones astronómicas. Pero con una extraña característica: una singularidad en el pasado, el comienzo del tiempo. Establece ahí los límites de su propia validez y del alcance de la teoría de la gravitación. Confiamos, no obstante, en que una asociación de la teoría de la gravitación y la física cuántica nos explique un día ese estado inicial.



El modelo de la gran explosión es una teoría que establece sus propios límites

que seguir retrocediendo a zonas cada vez más reducidas. De ahí las connotaciones negativas de un Dios que tapa los agujeros.

Börner: Yo también tengo la impresión de que la mayoría de los teólogos considera mala teología colocar a Dios en las lagunas de las ciencias de la naturaleza. De ahí que me parezca tan interesante el origen del cosmos y el relato de la creación: es un punto de encuentro de ambas disciplinas.

Spektrum: ¿Cómo?

Börner: Dicho de la manera más llana: la religión habla de la visión del mundo, de la humanidad y del lugar del ser humano en el mundo. La visión científica del mundo ha de tener todo esto en cuenta.

Spektrum: ¿Y qué espera usted que se diga entonces a propósito del tiempo?

Börner: El tiempo no estaba dado al principio tan absolutamente como en nuestra vida cotidiana. El tiempo se origina en la gran explosión junto con el espacio. La idea anda cerca de algunas reflexiones teológicas, por ejemplo las de Agustín. Decía que Dios, al crear el mundo, no se encontraba en el tiempo, sino fuera del espacio y el tiempo.

Spektrum: ¿Qué concepciones científicas de la creación deberían tener en cuenta los teólogos, y viceversa?

Küng: También a mí me parece el modelo de la gran explosión un logro grandioso, porque tiene un sólido fundamento empírico.



Börner: Pero en los límites señalados, donde queda autoconfinado.

Küng: En este momento no me interesan los límites intracósmicos, que la física puede y debe seguir ensanchando. Me importa ese "andar cerca" de que usted habla. Para Leibniz, la cuestión fundamental de la filosofía era: ¿por qué existe algo en vez de nada? ¿Por qué se dio una gran explosión en vez de ninguna?

Spektrum: ¿Tiene algún sentido esta pregunta?

Börner: Es realmente difícil dar un sentido a esta pregunta desde la física. Pues, evidentemente, nosotros partimos de lo que nos es dado, de lo que está ahí, de lo factual. La pregunta por la causa de que se diera esta gran explosión trasciende la física. Queda un resto inexplicable.

Spektrum: ¿Va más lejos la religión?

Küng: No es en absoluto mi intención abordar una prueba de la existencia de Dios. La mayoría de los científicos y los teólogos están de acuerdo con Kant, quien decía que las cuestiones que están fuera del espacio y tiempo trascienden el horizonte de nuestra experiencia.

Spektrum: ¿De qué hablamos, pues?

Küng: La razón teórica "pura", como la llama Kant, no es competente

en cuestiones transempíricas, sino la razón práctica; por eso prefiero hablar de confianza razonable. Nos situamos aquí ante planteamientos netamente religiosos.

Börner: El modelo cósmico nos muestra muy claramente la limitación a que estamos sujetos. Los científicos pueden ordenar el mundo sólo en el espacio y tiempo. Pero cabe contemplar la posibilidad de que existan otras ordenaciones, que no captamos con los métodos científicos. Lo creo esencial, porque elimina obstáculos que, en caso contrario, se levantarían ante las concepciones religiosas.

Küng: Me alegra. Pues algunos de sus colegas se declaran materialistas y sólo hablan de la religión en un tono irónico. También los científicos deberían hablar de religión con tanta información como yo, teólogo, lo hago sobre la ciencia.

Spektrum: Ustedes dos utilizan con frecuencia metáforas, a veces las mismas palabras, pero, que por lo visto, tienen significados muy distintos. Hasta a cosmólogos como Stephen Hawking les gusta mencionar a Dios. ¿Qué función desempeña el lenguaje en el diálogo entre ciencia y religión?

Börner: En los libros de divulgación es una especie de deporte. Se intenta

1. Diálogo crítico con café y pastas: Hans Küng y Gerhard Börner con los redactores de *Spektrum* Reinhard Breuer y Götz Hoeppe (de izquierda a derecha).

desarrollar una imagen del mundo que lo abarque todo. Es lógico que se utilicen conceptos teológicos. Pero carece de un significado más profundo. Cuando Hawking dice que Dios ahora ya no es necesario, porque ha encontrado unas condiciones iniciales que no requieren una gran explosión, no hay que tomarlo realmente en serio.

Küng: Estoy de acuerdo. Sólo que muchos caen en la trampa, porque los científicos hacen uso, en este caso, de la autoridad de su especialidad para improvisar afirmaciones teológicas, filosóficas o éticas. Afortunadamente, Hawking ha rectificado no hace mucho.

Börner: Tienta transgredir las fronteras; es humano. En cualquier caso, no se deberían considerar tan absolutas esas fronteras, como si no pudieran hablarse los unos con los otros porque el lenguaje fuese muy diferente o los conceptos no encajaran. En este punto se pueden hacer progresos dialogando, como estamos haciendo aquí.

Spektrum: ¿Cree posible que algunos conceptos de la física pueden ser útiles también en la teología?

Küng: Pongamos un ejemplo. Me interesa, por supuesto, lo que dice la física sobre la luz (un ente que es a la vez onda y partícula, es decir, que tiene características complementarias). Mas esto no excluye que también yo use 'luz' como metáfora en la religión. Se adecua para una descripción plástica de atributos divinos complementarios, como la justicia y la compasión.

puede propagarse por el espacio y el tiempo sin un medio material. Por otra parte, la luz consta de cuantos de luz o fotones. El tiempo que transcurre para estas partículas luminosas es igual a cero; para ellas no pasa el tiempo. Fueron emitidas hace miles de millones de años en una galaxia lejana y captadas después aquí con un telescopio. Pero estas partículas que se mueven a la velocidad de la luz no tienen tiempo propio, como decimos en física. Para ellas todo ocurre simultáneamente, están siempre en

limitado de la física, se dan cosas así de singulares.

Küng: Me agrada que la física también trabaje con metáforas. Por ejemplo, al tratar de las partículas más pequeñas, los quarks, es notorio que sólo se puede hablar de ellas con metáforas o fórmulas matemáticas.

Spektrum: ¿Cómo abordan ustedes, en su calidad de teólogo y de cosmólogo, la realidad?

Börner: En la física, como paradigma de las ciencias de la naturaleza, pretendemos descubrir algo sobre el mundo con el que nos encontramos mediante la formulación de teorías y la realización de experimentos. Las predicciones ni siquiera son lo más importante. Sobre todo se aspira a una orientación y a hallar nexos.

Spektrum: Señor Küng, ¿no aspira acaso la religión a lo mismo?

Küng: A los teólogos nos incumben la orientación fundamental y los nexos globales. La metodología es radicalmente diferente. Partimos siempre de un núcleo central, el mensaje religioso, la revelación. El teólogo contempla la realidad desde ese centro, y, con todo, es el mismo mundo que el físico ve ante sí. Por eso los teólogos deberían tomar buena nota de lo que investiga la ciencia.

Spektrum: A diferencia de la física, la religión sí se cree en posesión de la verdad.

Küng: Evidentemente, sería peligroso decir que los teólogos poseen la verdad. Pueden aproximarse a la verdad. Cuando trata de la verdad última, la verdad de Dios, también la teología topa con sus límites.

Börner: En la física, las hipótesis que se hacen están sujetas a la experimentación. Si ésta lleva a contradicciones, sustituyen a esas hipótesis otras nuevas. En la teología, determinados enunciados de fe sí deben considerarse irrenunciables, dogmas.

Küng: El primer artículo del credo dice: "Creo en un solo Dios, creador del cielo y de la tierra". Cierto que nosotros partimos de la revelación,

2. El teólogo católico Hans Küng es catedrático emérito de teología ecuménica en la Universidad de Tübinga y preside la fundación Ética Mundial. Es autor de numerosas publicaciones.



La noción de "luz" se presta a describir gráficamente las propiedades complementarias de Dios

Börner: Yo daría un paso más. La física moderna nos muestra un mundo más singular que el de la imagen mecanicista del siglo XIX. La realidad que se ve en ella está muy lejos del racionalismo ingenuo que dimana de las experiencias cotidianas.

Spektrum: ¿Usted también tiene un ejemplo?

Börner: Sigamos con la luz. Nos hemos acostumbrado a la idea de onda, pero no por ello deja de ser muy peculiar: una pura forma, que actúa sobre las partículas materiales pero

el presente. Lo que no está afectado de materia, no experimenta el tiempo. Me parece estupefaciente.

Spektrum: ¿Y qué tiene que ver con la religión?

Börner: Directamente, quizá nada. Pero hay ahora en la física moderna conceptos que muy bien se podrían emplear como metáforas en la teología; es el caso de la ya mencionada complementariedad. Hay objetos que son a un tiempo onda y partícula, que tienen, por tanto, propiedades contrarias. Incluso en este mundo



3. El cosmólogo y astrofísico Gerhard Börner es colaborador científico en el Instituto Max Planck de Astrofísica en Garching y catedrático en la Universidad de Múnich.

al igual que un jurista parte de la constitución: no quiere redactar una nueva constitución, como tampoco el teólogo una nueva revelación. Pero si sólo se pudieran repetir tales dogmas y no cupiera inquirir e interpretar-los, entonces estaríamos ante un malentendido fundamentalista. Para comprender la ascensión de Cristo al cielo, no puedo partir de un concepto premoderno de cielo; o, en el contexto de la Navidad, hablar del nacimiento virginal con la simplicidad biológica de antaño.

Spektrum: Pero también la física tiene sus verdades absolutas. No se va a cambiar mañana la ley de la gravitación universal de Newton.

Börner: También en la física nos aproximamos a la verdad; las leyes de la naturaleza, no el hermoso mundo de los fenómenos, son lo absoluto. Nunca se ha de apelar a las explicaciones sobrenaturales. Con esta actitud se llega tan lejos como se pueda, que es asombrosamente lejos.

Küng: Cuando uno entra en el ámbito de lo metaempírico, se requiere cambiar por completo de modo de pensar. Si, pongamos por caso, digo que Dios es amor, entonces se ha de interpretar y caracterizar de nuevo el concepto de amor.

Börner: Físicos como Heisenberg, que eran también creyentes, buscaban un fondo originario de las leyes de la naturaleza como fundamento de todas ellas. Por supuesto sólo como extrapolación de reflexiones científicas, pero tengo la sensación de que así se llega a la teología.

Esto afecta a un punto muy fundamental. La física tiene una dificultad en su manera de abordar el mundo, a saber, la de considerarlo como algo objetivamente dado. Obtener una imagen comprensible sólo se logra al precio de dejar de lado a la persona, al sujeto, al yo. Por eso, en la visión científica del mundo hay tan poco lugar para Dios como para mi yo. El sujeto que me configura es quizá, según la neurología, un autoengaño. Pero si no es una ilusión, entonces debería tener una relación



con lo que la religión designa con la palabra Dios.

Küng: Creo que yo me refiero a lo mismo que Heisenberg cuando hablaba de un fundamento originario. La diferencia surge cuando, por ejemplo, la Biblia habla de un Dios que actúa. Seguro que aquí tienen los científicos sus problemas. Nosotros no tratamos a toda costa de explicar

cada átomo de carbono de nuestro cuerpo producido en las estrellas. O la teoría de la evolución de Darwin, según la cual el ser humano es parte del desarrollo biológico. Estas imágenes proveen asimismo de significado a los seres humanos.

Küng: Desde luego, la teoría de la evolución consigue explicar, por ejemplo, por qué fue posible y tuvo



La física construye una visión inteligible del mundo a costa de prescindir del yo

los conceptos teológicos por medio de nociones científicas. Pero, a la inversa, un astronauta que lea la Biblia en una estación espacial quizá se pregunte por el sentido de todo, por el bien y el mal.

Spektrum: Las preguntas por el sentido, ¿sólo se pueden contestar fuera de la ciencia? ¿La ciencia se ocupa de los hechos y la religión de sus significados?

Börner: Bien es verdad que se tiende a hablar así. Pero la ciencia esboza imágenes, por ejemplo, del ciclo cósmico: seríamos polvo estelar, con

sentido la formación del ojo. Para eso no se requiere sacar a colación ninguna intervención divina. Yo no sostengo que tan sólo la religión ofrece significados. La religión se ocupa de lo último y lo primero, del origen y sentido de todo, tanto del cosmos como del hombre.

Spektrum: En el caso de la gran explosión, cada vez es más raro manejar teorías físicas contrastables. ¿Cómo ven la función de la especulación en estas reflexiones?

Börner: Este modo de proceder especulativo no es más que el método

con el que se busca progresar. Al principio se tiene siempre una idea, que se contrastará experimentalmente. En cuanto a la gran explosión, se intenta concebir qué se sigue de la teoría de las cuerdas acerca del estado inicial. Se llega a un número de posibilidades elevadísimo; todas ellas pueden conducir a un universo propio. Si se logra identificar una de estas posibilidades con nuestro universo, con todas sus constantes y fuerzas fundamentales, sería un potente indicio de que se ha encontrado una verdad.

Küng: Son reflexiones legítimas, modelos matemáticos, pero no deberían confundirse con la realidad. ¿Sigue teniendo todo esto una fundamentación empírica?

Börner: El anclaje de estos modelos en la realidad es muy tenue. Pero incluso estas tesis osadas sirven para dar una orientación. Uno no debe-

fachada retórica o hay algo más profundo?

Börner: Para mí, se da una tensión enorme entre las reflexiones religiosas y nuestra descripción científica. Si me miro a mí mismo, soy un sistema de átomos y electrones, en el que cada estado determina al que le sigue, bien con estricta causalidad, bien según las leyes de la probabilidad. Funciona como una máquina biológica. Pero en lo profundo de mí ser estoy convencido de que esto no es todo.

Spektrum: ¿Qué más ha de haber?

Börner: Queda un resto, que mal puedo describir. Tengo la sensación de que subsiste esa tensión entre la descripción física del mundo y la teología. Puedo admitir que el yo, ese yo que me represento, sea una ilusión, pero no tiene por qué ser así. Se deberían mantener estas tensiones y no darse por satisfecho

todo, ni unos ni otros. La ciencia me proporciona muchas respuestas a problemas importantes. A la vez me alegra recibir mensajes de la religión sobre las grandes preguntas de la vida.

Spektrum: ¿Cuáles son?

Küng: ¿De dónde vengo? ¿Adónde voy?: ¿a la nada o a una realidad última? ¿Por qué existen el bien y el mal? ¿Por qué es mejor amar que odiar? Afectan también al científico, cuando, por la tarde, sale del laboratorio camino de casa. ¿Cómo no invitar a que se abran las puertas a una confianza en que no todo acaba con la muerte? De esto no hay ninguna prueba racional, pero sí fundamentos para una confianza racional, por los cuales yo soy de esta opinión. Lo que se cuenta acerca de las vivencias en la cercanía de la muerte me proporciona tan sólo una parte de la información. Me gustaría saber qué hay detrás de la puerta. Ahí, la religión ofrece un consuelo que excede toda razón. Y, por tanto, sé que el todo tiene un sentido para mí, por más que en la vida he experimentado también el sinsentido.

Börner: Lo que usted dice deja clara la diferencia. El conocimiento que alcanzan los científicos es insobornable. No depende de que yo prefiera que algo concreto fuera diferente; no hay nada que elegir. Yo no he de confiar en las leyes físicas; sencillamente, están ahí. Tienen validez tanto si quiero como si no. En la religión es totalmente distinto. Sería un error traducir los conceptos religiosos en términos físicos para elaborar una especie de religión physicalista. No funcionaría.

Küng: Con todo, es maravillosa la libertad que ahí transpira. En la religión a nadie se le obliga a nada. Cierto que puedo decir que la evolución tiene un sentido. Pero no lo puedo derivar sólo de la teoría de la evolución. Aquí cada uno es libre. Si alguien dice que no sabe de qué le sirve Dios, para mí está al mismo nivel que quien dice: no sé de qué me sirve Mozart. Se requiere un poco de esfuerzo, tanto si se trata de Mozart, como de la ciencia o de Dios. La solución no es una teología de sobremesa.

Spektrum: Doctor Küng, doctor Börner, muchísimas gracias por la conversación.



Conocemos nuestros límites. Sabemos que no lo sabemos todo, ni unos ni otros

ría darse por vencido a la primera y limitarse, por ejemplo, a decir: el universo es como es porque nosotros estamos aquí. Hay que llevar más lejos las fronteras, aunque sea con especulaciones.

Küng: En la teología nos hemos vuelto muy precavidos con el concepto de especulación, sobre todo porque ha acabado desacreditado. Hoy apenas suele designar algo más que construcciones totalmente arbitrarias; con Hegel era distinto. Prefiero hablar de reflexión, ya que, al fin y al cabo, queremos dar una justificación racional de nuestra fe.

Spektrum: ¿Hay, pues, una teología racional?

Küng: Si se entiende racional no como racionalista, sino como razonable, entonces sí. La razón no se deja sólo para los científicos; también los teólogos deberían poder justificar cada uno de sus pasos.

Spektrum: Pero este acercamiento entre ciencia y religión, ¿es sólo una

precipitadamente con una conciliación cualquiera. Lo cierto es que la imagen científica del mundo tiene la carencia de que el sujeto pensante, la mente, no aparece en ella. Sin embargo, yo no puedo admitir ningún influjo que no esté condicionado por las leyes naturales. Aquí situó yo la gran insuficiencia.

Küng: Para mí, se trata de una convergencia muy real, precisamente porque sé que ambas esferas son muy diferentes. No estoy dispuesto a refrescar viejas confrontaciones, pero tampoco a que tan sólo haya una mera armonización. Vale para ambas partes, tanto para ciertos teólogos, cuando intentan sacar elementos de las ciencias de la naturaleza a favor, por ejemplo, de un "diseño inteligente", como para los científicos, que aprovechan arbitrariamente elementos de la religión. Sin exigirnos unos a otros algo falso, podemos sin embargo entendernos, ya que todos reconocemos los propios límites y sabemos que no lo sabemos