

EL CALENTAMIENTO GLOBAL • EL ENIGMA DEL CALENDARIO MAYA

INVESTIGACION *y* CIENCIA

MAYO 2004
5,50 EURO

Edición española de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**

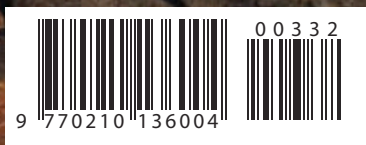
SPIRIT, EL ROBOT EXPLORADOR

**VIENTOS
EN LOS PLANETAS GIGANTES**

**ESTADISTICAS DE LOS CONFLICTOS
BELICOS**

**LAS MARISMAS DEL PARQUE
NACIONAL DE DOÑANA**

LA TIERRA TIEMBLA EN SILENCIO







3

HACE...

50, 100 y 150 años.

4

APUNTES

Climatología y oceanografía...

Reproducción...

Física...

Conducta humana...

Marte.

32

CIENCIA Y SOCIEDAD

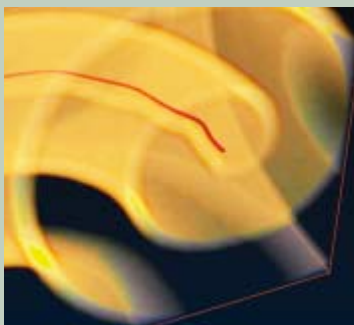
Evolución genómica...

La masa de los neutrinos...

Simulación numérica...

Sensor ultrasónico programable...

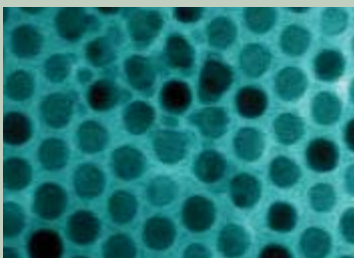
Biotechnología.



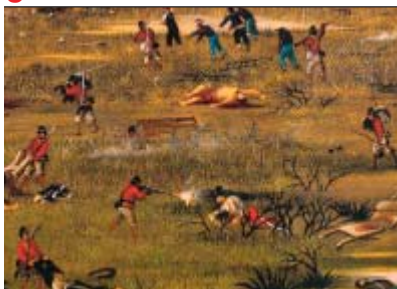
38

DE CERCA

Nanoestructuras de cobalto.



8



Estadísticas de los conflictos bélicos

Brian Hayes

Los conflictos armados son comparables a seísmos. Podrían ser graduados en una escala logarítmica, similar a la de Richter.

22

El calentamiento global

James Hansen

El calentamiento global, un fenómeno real, podría acarrear consecuencias desastrosas. No obstante, ciertas actuaciones prácticas podrían retardar, y con el tiempo detener, el proceso.



42

El cerebro adicto

Eric J. Nestler y Robert C. Malenka

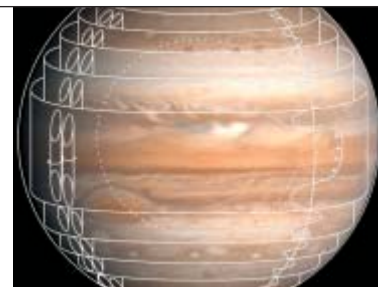
El consumo de drogas produce trastornos persistentes en el circuito de recompensa del cerebro. La comprensión de la base molecular de dichas alteraciones ofrece nuevos enfoques para tratar el comportamiento compulsivo.

50

Vientos en los planetas gigantes

Agustín Sánchez Lavega

A pesar de la poca energía calorífica disponible, los planetas gigantes desarrollan intensos vientos.



58



La Tierra tiembla en silencio

Peter Cervelli

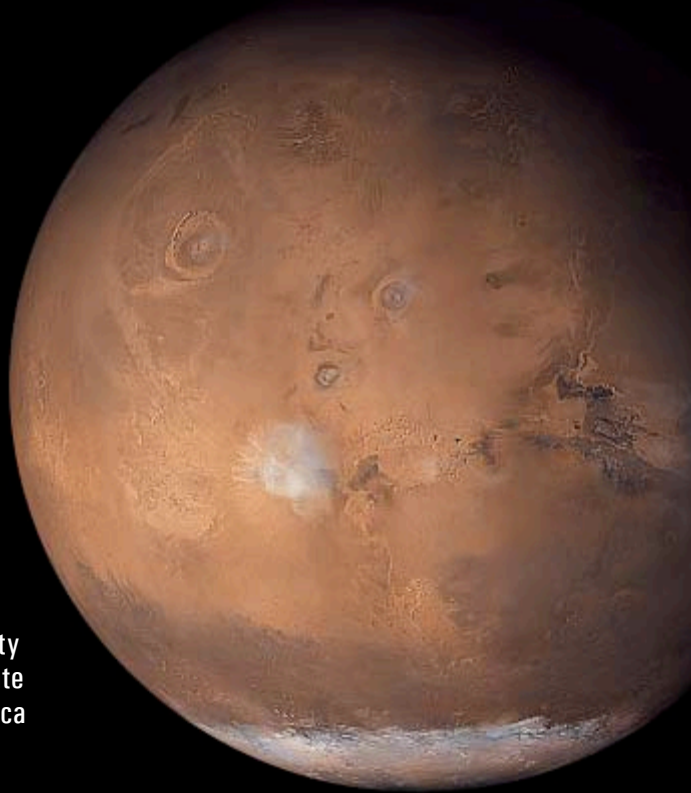
No todos los seísmos van acompañados de un gran estruendo. Ciertos temblores silenciosos presagian tsunamis o terremotos devastadores.

16

Spirit, el robot explorador

George Musser

Este todoterreno y su gemelo Opportunity han desafiado felizmente la maldición astronáutica del planeta rojo.



64

El enigma del calendario maya

Andreas Fuls

El códice de Dresde podría enseñarnos la forma de concordar el calendario maya con el nuestro.



72



Las marismas del Parque Nacional de Doñana

*Luis Clemente, Luis-Ventura García,
José Luis Espinar, Juan S. Cara
y Adela Moreno*

La diversidad y elevada productividad de las comunidades vegetales de la marisma dependen de un frágil equilibrio con las variables del medio físico y los consumidores.

84

CURIOSIDADES DE LA FÍSICA

El arte del rebote,
por Jean-Michel Courty
y Edouard Kierlik



86

JUEGOS MATEMÁTICOS

Matemáticas electorales,
por Juan M.R. Parrondo

88

IDEAS APLICADAS

Relojes de cuarzo,
por Mark Fischetti



90

LIBROS

Teoría cuántica...
Del centro del Sol a la Tierra...
El espacio...
La naturaleza y sus constantes.



96

AVENTURAS PROBLEMÁTICAS

Parrilla de salida,
por Dennis E. Shasha

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
Bernat Peso Infante

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, Carol Ezzell,
Steve Mirsky y George Musser
PRODUCTION EDITOR Richard Hunt
VICE PRESIDENT AND MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL
Dean Sanderson
PRESIDENT AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER
Gretchen G. Teichgraber
CHAIRMAN Rolf Grisebach

DISTRIBUCION

para España:

LOGISTA, S. A.

Aragoneses, 18
(Pol. Ind. Alcobendas)
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel. 914 843 900

para los restantes países:

Prensa Científica, S. A.

Muntaner, 339 pral. 1.^a
08021 Barcelona
Teléfono 934 143 344

PUBLICIDAD

GM Publicidad
Edificio Eurobuilding
Juan Ramón Jiménez, 8, 1.^a planta
28036 Madrid
Tel. 912 776 400
Fax 914 097 046

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: *Estadísticas de los conflictos bélicos y Aventuras problemáticas*; Juan Pedro Adrados: *Spirit, el robot explorador*; Manuel Puigcerver: *El calentamiento global*; Esteban Santiago: *El cerebro adicto*; Francesc Castelló: *El enigma del calendario maya*; J. Vilardell: *Hace..., Apuntes, Curiosidades de la física e Ideas aplicadas*



Portada: Daniel Maas, Maas Digital LLC,
NASA/JPL/Universidad de Cornell

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	60,00 euro	110,00 euro
Extranjero	85,00 euro	160,00 euro

Ejemplares sueltos:

Ordinario: 5,50 euro
Extraordinario: 6,00 euro

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

Difusión
controlada

Copyright © 2004 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

Copyright © 2004 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

COMIDA RADIATIVA. “Se dijo que el segundo ensayo termonuclear en la zona de pruebas de las islas Marshall liberó 600 veces más energía que la bomba atómica de Hiroshima. La peor parte se la llevó un pesquero japonés, el *Dragón Afortunado*, que transportaba su pesca de atunes y tiburones en su bodega abierta. Sorprendido a 80 millas de la explosión, recibió una ducha de ceniza blanca que cubrió de ampollas las epidermis de los 23 pescadores y contaminó la pesca. Cuando el barco llegó a puerto, parte del pescado fue vendido antes de que el gobierno japonés pudiera impedirlo. De la noche a la mañana, los japoneses dejaban de comer pescado; las amas de casa iban a la compra con contadores Geiger; el precio del atún caía a un tercio, con escasos compradores. La prensa japonesa trató aquella ducha de ‘polvo mortífero’ como la tercera bomba atómica sobre Japón.”

PUES SÍ, LES GUSTABA IKE. “Pero sólo con los demócratas de 1948 que dejaron su partido, el general Eisenhower no habría ido a la Casa Blanca. ¿Cuáles fueron los motivos ocultos bajo aquel brusco transvase de votos hacia el candidato republicano? Se acometió un estudio a escala nacional para ofrecer una respuesta lo más completa posible a tan intrigante pregunta. Un considerable número de cada grupo parecía no ser ‘partidista’ acerca de las cualidades personales de los candidatos y, sin embargo, en porcentajes sorprendentemente altos de cada grupo de votantes se prefería el general al gobernador Stevenson. Tan fuerte predilección por Eisenhower como persona parece que fue el único factor que unió a todos los grupos que lo votaron.”

...cien años

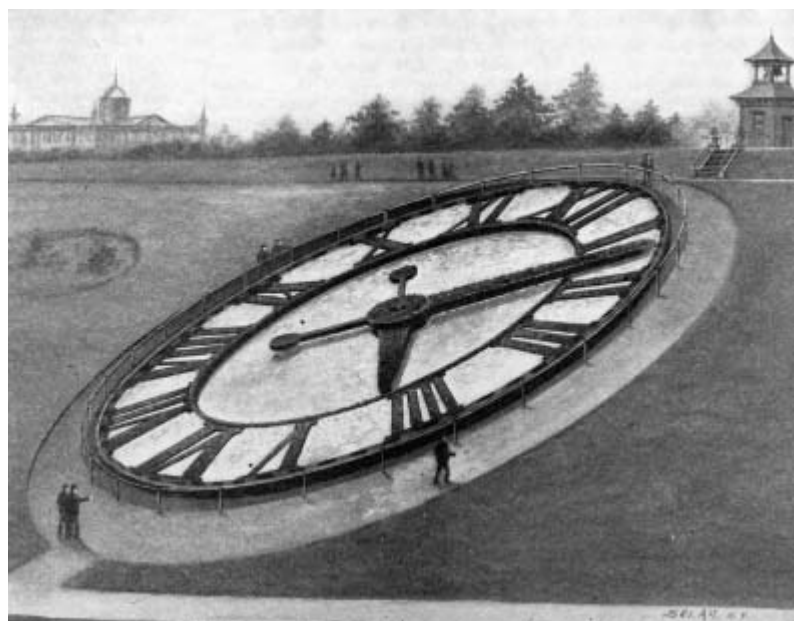
UN RELOJ DE FLORES. “La Exposición Comercial de Louisiana se inauguró en St. Louis, conmemorando uno de los centenarios más importantes de la historia americana. Su reloj floral será dieciséis veces mayor que cualquier otro reloj existente en el mundo (véase la ilustración). Funciona con precisión, ya que bajo las enredaderas y otras plantas, expertos artesanos han construido un mecanismo de relojería. Las manecillas son unos largos canalones de acero, rellenos de tierra fertilizada que nutrirá las enredaderas que recubrirán el metal. Los números de las horas serán plantas de alto follaje oscuro.”

HIDROELECTRICIDAD Y CO₂. “En San Francisco, el precio de la corriente eléctrica para la industria o la iluminación es casi exactamente un séptimo que hace pocos años. Es posible alimentar con energía a las máquinas de una factoría costera, desde las nieves

fundentes y glaciares de la Rocosas, con energía para las máquinas a un precio menor que el de la energía generada por el vapor. Se ha estimado que la cantidad de ácido carbónico exhalado al año por la población de la ciudad de Nueva York ronda las 450.000 toneladas, y que esa cifra es menos de un tres por ciento del producido por la quema de combustibles en dicha ciudad; por ello, cabe esperar que, al eliminar un foco tan grande de contaminación atmosférica, incluso el aire de nuestras grandes urbes sea casi tan puro como el del campo.”

...ciento cincuenta años

LA ORCA. “El teniente Maury afirma que el capitán Royes, ballenero de Nueva Inglaterra, le envió una carta donde describía dieciséis tipos de ballenas, una de ellas un extraño pez para el que el teniente no halló nombre en libro alguno. El capitán la llamaba ‘ballena asesina’ y decía que medía casi diez metros de largo, rendía unos cinco barriles de aceite y tenía dientes fuertes y afilados, con una aleta en la espalda, muy robusta, de unos ciento veinte centímetros de largo. Esta ‘asesina’ es un ser extremadamente belicoso. Ataca a las ballenas francas, aferrándolas por la garganta, mordiendo hasta que la sangre sale a chorros, o hasta que otra ‘asesina’ se acerca y devora la lengua del atormentado animal. La lengua de una ballena franca es una masa grasa, que pesa tres o cuatro toneladas. La ‘asesina’ recorre el océano de polo a polo, no hay mar donde no esté, y todos los viejos cazadores de ballenas se han cruzado con ella.”



Un reloj de flores, Saint Louis, 1904.

CLIMATOLOGIA Y OCEANOGRAFIA

La subida de las aguas

El nivel de los mares subió a lo largo del siglo xx. Dista de quedar claro, sin embargo, cuánto y por qué. El ascenso se determina de dos maneras; una directa, midiendo las mareas, y otra indirecta, evaluando y sumando los dos factores que pueden desencadenarlo: el correspondiente al volumen (la dilatación térmica del agua) y el debido a la masa (vinculado a la fusión de los hielos continentales). El método directo arrojaba una subida de cerca de dos milímetros por año a lo largo del siglo xx. El segundo coincidía en el resultado hasta que un nuevo cálculo del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático aportó en 2001 una cifra mucho menor: medio milímetro para la contribución de volumen y menos aún para la de masa. La diferencia de resultados entre ambos enfoques se ha atribuido bien a una temperatura anormalmente alta de los lugares donde se han medido las mareas, lo que habría exagerado el va-

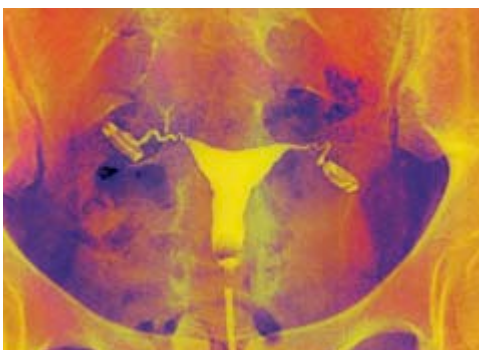


lor global del ascenso, bien a que la contribución del componente de masa se hubiera estado subestimando. La segunda interpretación concuerda mejor con las mediciones obtenidas por satélite. Dan éstas una subida de dos milímetros y medio por año en el último decenio. Además, un nuevo estudio avala la segunda hipótesis. Descarta que las mediciones de mareas estén sesgadas y establece que el componente de masa duplica o triplica el de volumen. Se trata de una novedad inquietante, porque, fuese cual fuese la magnitud que se le calculase a la subida de las aguas, se atribuía sobre todo a la dilatación térmica. Para escapar de esta conclusión, se esgrime que la masa del océano debería haber estado redistribuyéndose durante el pasado siglo, con un descenso del nivel de grandes zonas alejadas de las costas. Dilucidar si es así requiere nuevas mediciones altimétricas por satélite.

REPRODUCCION

Ovulos

Puede que sea falso que las mujeres nazcan con todos los óvulos de que en adelante dispondrán. Se ha descubierto que las hembras de ratón conservan en su madurez la capacidad de producir células generadoras de oocitos. En las hembras jóvenes, los folículos (oocitos encapsulados en células de sostén) morían con suficiente rapidez como para que la disponibilidad de óvulos se hubiera agotado en días o semanas. Aun así, persistían fértiles hasta más allá del año de edad; además, la cantidad global de folículos permanecía casi inalterada. Sugiere esta observación que las hembras poseen algún tipo no descubierto de



célula madre que genera continuamente células reproductoras, al igual que los machos. Unas 60 células cercanas a cada ovario poseían sustancias químicas características de esas células madre. Si esos hallazgos valiesen para los humanos, habrá que volver a examinar las teorías sobre el envejecimiento del sistema reproductor de las mujeres y el modo en que el tabaco, la quimioterapia y la radiación afectan a la fertilidad.

—Charles Choi

Más ovulación: ¿una disponibilidad ilimitada?

FISICA

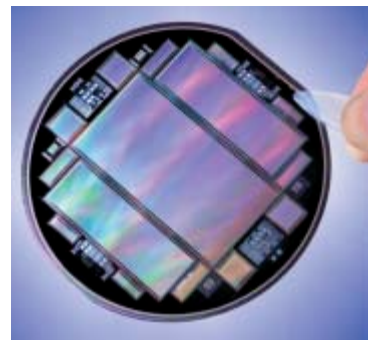
La opacidad de los experimentos

En 2001 se dijo que la constante de estructura fina no era en realidad constante, sino que había aumentado a lo largo de la historia del cosmos. Parecía así demostrarlo los espectros de absorción de cuásares muy antiguos. La variación de esa “constante”, ligada a la intensidad de la interacción electromagnética, entraña una variación de la velocidad de la luz. De ahí el revuelo producido en torno a algunas teorías que incluyen ese efecto, en especial la de João

Magueijo, autor de “Más deprisa que la luz”, un libro de divulgación. Hasta ahora, el resultado experimental anunciado en 2001, y refinado en 2003, por J. K. Webb y sus colaboradores ha permanecido en el limbo, ni aceptado ni rechazado. Pero hace unos meses aparecieron nuevas mediciones, ofrecidas por Chand y colaboradores. Incompatibles con las de Webb, sí eran compatibles con que no haya variado la constante. La verdad es que el trabajo de Chand ofrece en realidad

dos estimaciones distintas. El resultado depende de cuáles se suponga que fueron las abundancias isotópicas relativas de diversos elementos, el magnesio sobre todo, hace diez mil millones de años. El grupo de Chand comunica también un aumento de la constante con el tiempo. La historia sigue. Acaba de aparecer un tercer grupo que propone que los isótopos pesados podrían haber abundado más, con respecto al más ligero, en tiempos lejanos y además en medida suficiente para explicar los resultados de Webb sin tener que recurrir a una constante de estructura fina.

Los dispositivos acoplados a la carga, como éste del telescopio Keck, han contribuido a los avances de la astronomía. Pero entender lo que se ve no es más fácil por ello.



FISICA Diálogo "físico" con los lectores

Lee Smolin explicaba aquí en un artículo reciente que la gravedad cuántica de bucles predice que los rayos gamma de mayor energía se propagan más deprisa que los de energía menor. Esa teoría funde la mecánica cuántica y la relatividad general de un modo que conduce a la existencia de "átomos" de espaciotiempo. Jacob Rosenberg, de la NASA, nos ha recordado que esta agencia anunciaba en diciembre una refutación de la predicción de los rayos gamma. Smolin replica que tal resultado negativo se basa en la premisa antieinsteiniana, contraria también a la teoría cuántica de bucles, de que existe un marco de referencia privilegiado. Kelly Mills, por otra parte, saca a colación un trabajo de la Universidad de Alabama que refuta la cuantización del tiempo, al menos en la escala supuesta por la teoría de bucles. Smolin considera que se trata de un trabajo equivocado porque modela el espacio-tiempo como un ente clásico y no como un ente cuántico.

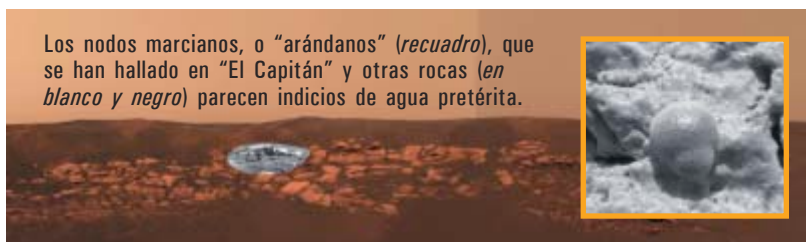
CONDUCTA HUMANA Base biológica

En un trabajo internacional, científicos ingleses y checos manifiestan que las mujeres resultan más atractivas en los días fértiles de su ciclo menstrual. ¿Cómo se demuestra algo semejante? Se toman fotos de 48 mujeres en esas fechas y unos diez días después. Se enseñan estas imágenes a ciento y pico mujeres y otros tantos hombres, la mitad de Newcastle, la mitad de Praga, y se les pregunta en cuál de cada par estaba mejor la retratada, sin que supiesen a qué fase correspondía cada una. La elección se hizo dos veces; en una de ellas se suprimían digitalmente cabello y orejas. Varones y mujeres de Praga parecen ser más sensibles al embellecimiento hormonal: con las imágenes sin tapar, cerca de un 60% de las mujeres y alrededor de un 55 de los hombres se quedaron con las fotos del período fértil. Las inglesas hacían lo

mismo en un porcentaje sólo un poco inferior a éste de los hombres de Praga, pero los ingleses parecían más bien indiferentes entre unas fotos y otras; en cambio, con las fotos sin cabello ni orejas elegían a la fértil un poco más a menudo que sus compañeras del ensayo. En Praga, empataban con ellas en esas condiciones, aunque la supresión capilar no modificaba sus porcentajes, sino que disminuía un poco el de las mujeres. En estas variadas y ligeras desviaciones del 50/50 consiste la prueba ofrecida. Craig Roberts, primer firmante del artículo, ha estudiado también la reacción ante las camisetas usadas de hombre y el sudor de las axilas. Cree —como otros— que se pueden distinguir inconscientemente diferencias genéticas que afectan al olor del sudor (las hembras preferirían varones con un genoma muy distinto del suyo).

MARTE Destellos en la llanura

El agua podría explicar los misteriosos destellos marcianos. Thomas Dobbins y William Sheehan predecían en mayo de 2001 la aparición de nuevos destellos para un momento determinado. Habían comprobado que anteriores destellos se habían visto en regiones situadas de manera que la geometría resultante produciría reflexiones especulares, en nubes con cristales de hielo e incluso en hielo depositado en la superficie. En junio de 2001 se volvieron a observar los destellos conforme a lo previsto. No era una prueba final de la existencia de hielo superficial. Sin embargo, el hallazgo del robot Opportunity de



Los nodos marcianos, o "arándanos" (recuadro), que se han hallado en "El Capitán" y otras rocas (en blanco y negro) parecen indicios de agua pretérita.

indicios de la acción de agua en rocas de Meridiani Planum añade verosimilitud a la hipótesis de que los destellos marcianos se deben a la reflexión en hielo superficial.

—J. R. Minkel

Estadísticas de los conflictos bélicos



Los conflictos armados son comparables a seísmos.

Podrían ser graduados en una escala logarítmica, similar a la de Richter.

No parece haber una forma clara de preverlos o impedirlos

Brian Hayes

Contemplemos el fenómeno de la guerra con frialdad y distanciamiento, como si estuviésemos observando los disparates de otra especie en un planeta lejano. Desde tan olímpico punto de vista, la guerra parecerá un pasatiempo baladí. Demográficamente, apenas tiene importancia. Las bajas vienen a suponer en torno al uno por ciento de todos los fallecimientos; en muchos lugares, son más los óbitos por suicidio y, en muchos más todavía, las muertes por accidente. Si entendiéramos que lo principal es evitar la pérdida de vidas, más se lograría evitando los ahogamientos y los siniestros de tráfico que por la abolición de la guerra.

Pero nadie en nuestro planeta puede observar la guerra desde tan alta perspectiva y tan austera ecuanimidad. Ni siquiera los dioses del Olimpo lograban verse al margen de los conflictos terrenos. Hay en el entrechocar de las armas una fuerza especial que provoca las emociones más violentas —piedad y amor, miedo y odio— que tornan nuestra respuesta a las bajas en el campo de batalla desmesurada con respecto a las estadísticas vitales. La fuerza de la guerra, cuando llega, arroja al tacho, sin contemplaciones, los aspectos tranquilos de la vida: nadie permanece insensible. La mayoría de nosotros opta por uno u otro bando, pero incluso entre quienes meramente desean que cesen los combates, los sentimientos son de gran intensidad. (“Militante antimilitarista” no es en absoluto un oxímoron.)

Las mismas e inflamadas pasiones que confieren a la guerra su apremiante interés humano se interponen también en su estudio académico. El imparcial enjuiciamiento de las acciones, rectas o malvadas, parece

1. LA GRAN GUERRA EN LA PLATA (1865-1870), o guerra de la triple alianza, figura entre las peores calamidades de la historia moderna; sin embargo, es poco conocida fuera de los países implicados: Paraguay, Uruguay, Argentina y Brasil. Esta guerra alcanzó magnitud 6, lo que significa que murieron alrededor de un millón de combatientes. Se muestra aquí un fragmento de “Tras la batalla de Curupaytí”, obra del pintor argentino Cándido López, que perdió la mano derecha en Curupaytí y se vio obligado, en consecuencia, a aprender a pintar con la izquierda. El cuadro se expone en el Museo Nacional de Bellas Artes de Buenos Aires.

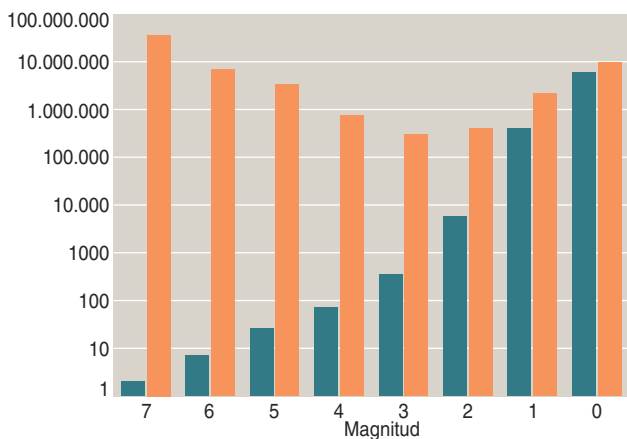
del todo imposible. La superación de las barreras impuestas por la cultura e ideología propias constituye, asimismo, un problema, por no mencionar las limitaciones que imponen el tiempo y el lugar. Acostumbramos ver todas las guerras a través del cristal del conflicto en curso; excavamos en la historia en busca de lecciones que respalden la finalidad del momento.

Una defensa frente a tales distorsiones consiste en la recopilación estadística de datos relativos a muchas guerras, tomados de numerosas fuentes, con la esperanza de que al menos algunos sesgos lleguen a compensarse entre sí, aunque sea en parte, y puedan salir a la luz las regularidades auténticas. Trátase de un método burdo, de fuerza bruta, no exento de errores, pero nada tenemos que parezca más prometedor. Uno de los pioneros de este estudio cuantitativo del fenómeno bélico fue Lewis Fry Richardson, un meteorólogo británico de ambiciosa, aunque prematura, incursión en la predicción del tiempo por métodos numéricos, quien también dedicó parte de su obra al estudio matemático de los conflictos armados.

Guerra y paz

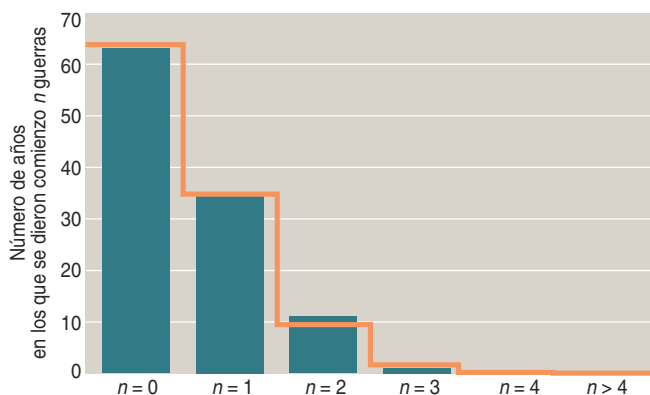
Richardson nació en 1881, en una próspera familia de cuáqueros del norte de Inglaterra. Estudió física en Cambridge con J. J. Thompson, donde adquirió gran pericia en la resolución aproximada de ecuaciones diferenciales por métodos numéricos. Tal clase de métodos aproximados constituye hoy una importante industria matemática, pero en aquellos tiempos ni atraían gran interés, ni eran distintivo de una elección sagaz de carrera profesional. Tras una serie de nombramientos de corta duración —todos alejados de la senda conducente a la cátedra— Richardson encontró refugio profesional en la investigación meteorológica, campo en el que efectuó aportaciones importantes a la teoría de la turbulencia atmosférica. En 1916, dimitió de su puesto para prestar servicio en Francia como conductor de ambulancias. Llevó a cabo la mayor parte de los cálculos de su modelo de predicción meteorológica entre turno y turno en el frente. (La predicción no resultó un éxito, pero la idea en que se inspiraba era válida; todos los modernos métodos de predicción del tiempo se fundan en métodos similares.)

Tras la guerra, la atención de Richardson se fue desplazando poco a poco desde la meteorología hacia cuestiones asociadas a la guerra y a las relaciones in-



2. LA MAGNITUD DE UNA GUERRA, según la definición de Lewis Fry Richardson, es el logaritmo decimal del número de muertes. Las barras azules indican el número de guerras del intervalo de 1820 a 1950 que pertenecen a cada magnitud; las barras naranjas representan el total de muertes producidas por las guerras de esa magnitud. Dos conflagraciones de magnitud 7 dan cuenta del 60 por ciento de todas las muertes.

ternacionales. Comprobó que parte de su instrumental matemático seguía siendo de utilidad. En particular, modelizó las carreras de armamentos mediante ecuaciones diferenciales. La mortífera espiral de la escalada —en la que el arsenal de una potencia induce que otra aumente su armamento propio, a lo cual la primera responde con más armas todavía— tiene presta representación en un sistema de dos ecuaciones diferenciales. Richardson demostró que una carrera de armamentos sólo podía estabilizarse si la “fatiga y el dispendio” de la preparación de la guerra llegaban a superar la percepción de amenaza por parte de los enemigos. Este resultado no brilla ni por su profundidad ni por su innovación; aun así, el análisis de Richardson fue objeto de mucho comentario (en su mayor parte, escéptico), porque las ecuaciones ofrecían la posibilidad de una determinación *cuantitativa* del riesgo de guerra. Si fuera



3. LA FRECUENCIA con que se desencadenan las guerras (barras azules) sigue una distribución de Poisson (línea naranja), lo que induce a pensar que el comienzo de una guerra es un proceso esencialmente aleatorio.

posible confiar en las ecuaciones de Richardson, a los observadores les bastaría fijarse en los gastos en armamentos para preparar un pronóstico bélico similar a una predicción meteorológica.

Los modelos matemáticos de las carreras de armamentos han experimentado ulteriores refinamientos desde los tiempos de Richardson. Se les hizo incluso un hueco en las deliberaciones de índole política durante la fase de “destrucción mutua asegurada” de la Guerra Fría. Pero las indagaciones del propio Richardson tomaron una dirección un tanto diferente. Basarse en los arsenales presupone que una de las causas determinantes de la guerra es la acumulación de armamentos, o al menos, que tiene una fuerte correlación con ella. Otras teorías sobre el origen de las guerras cargarían el acento en otros factores: la situación económica de las naciones, las diferencias de cultura e idioma, la eficacia de la diplomacia y la mediación. No hay escasez de tales teorías; el problema estriba en elegir entre ellas. Richardson proponía que las teorías sobre la guerra podían, y debían, ser evaluadas con fundamentos científicos, contrastándolas con datos relativos a guerras reales. Por lo cual se dispuso a recopilar tales datos.

No fue Richardson el primero en tomar esta senda. En los primeros años del siglo XX, se confeccionaron varias listas de guerras. Otros dos catálogos de guerras fueron compilados por Pitirim A. Sorokin, un sociólogo de origen ruso, y por Quincy Wright, de la Universidad de Chicago, en los años treinta y cuarenta del pasado siglo. Richardson comenzó su propia recopilación hacia 1940 y siguió trabajando en ella hasta su muerte, en 1953. No fue el suyo el conjunto más amplio de datos, pero sí el más idóneo para el análisis estadístico.

Aunque Richardson publicó algunos de sus escritos sobre la guerra en artículos de revistas y en folletos, sus ideas sólo alcanzaron difusión tras la edición de dos volúmenes póstumos, aparecidos en 1960. Su trabajo sobre carreras de armamentos está recogido en *Arms and Insecurity*; los estudios estadísticos figuran en *Statistics of Deadly Quarrels*. La colección de sus artículos se ha recogido, además, en los dos volúmenes de *Collected Papers*, publicados en 1993. También me he basado en un estudio realizado en 1980 por David Wilkinson, de la Universidad de California en Los Angeles, que ofrece los datos de Robertson en un formato racionalizado y mucho más legible.

“La cosificidad falla”

El catálogo de conflictos de *Statistics of Deadly Quarrels* abarca un período que se extiende, aproximadamente, desde 1820 hasta 1950. Era el propósito de Richardson contabilizar todas las muertes producidas durante este intervalo por acción intencionada de otra persona. Contempla, por tanto, no sólo las guerras, sino también episodios de tan gran violencia, así como los asesinatos; excluye, en cambio, los accidentes, los resultados de negligencias y los desastres naturales. Optó, asimismo, por no contar las muertes provocadas por las hambrunas y enfermedades que las guerras traen consigo, razonando que las causas múltiples son demasiado difíciles de desenredar. (¿Fue la Primera Guerra Mundial “causa” de la epidemia de gripe de 1918-1919?)