

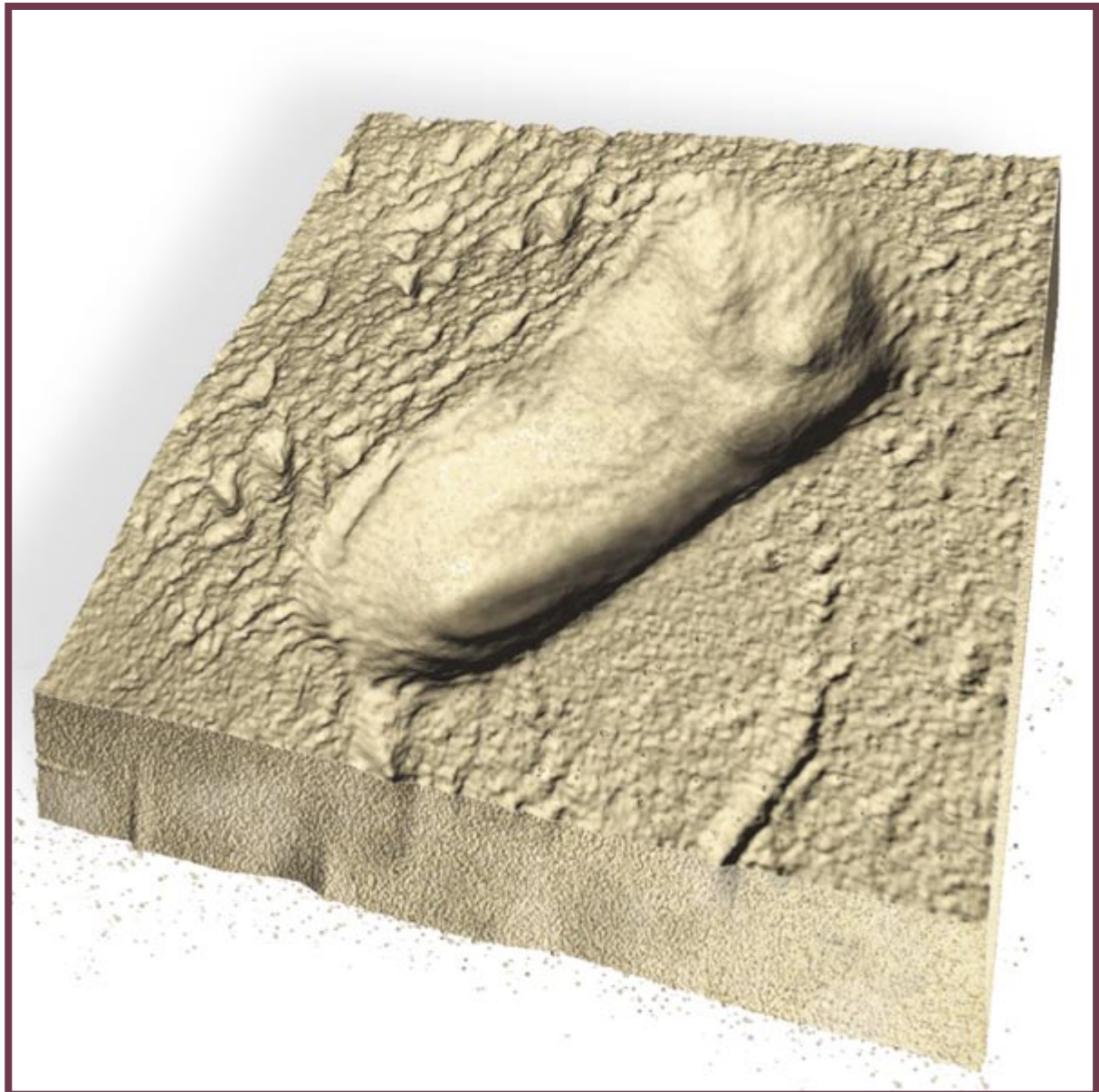
INVESTIGACION *y* CIENCIA

AYER Y HOY DEL SISTEMA PERIODICO

HIPERACTIVIDAD DE LOS NIÑOS Y FALTA DE ATENCION

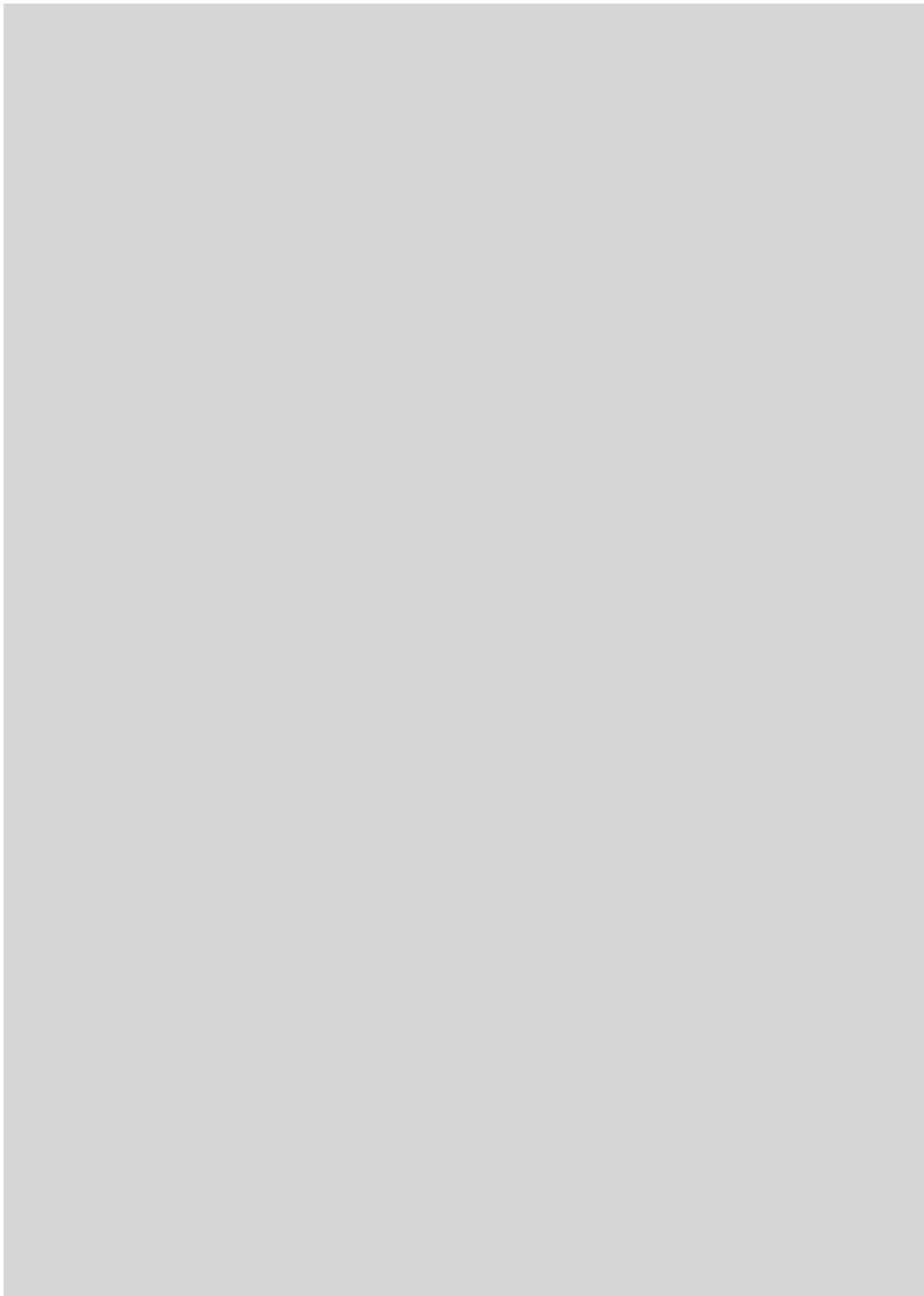
LA TECNICA TERMOFOTOVOLTAICA

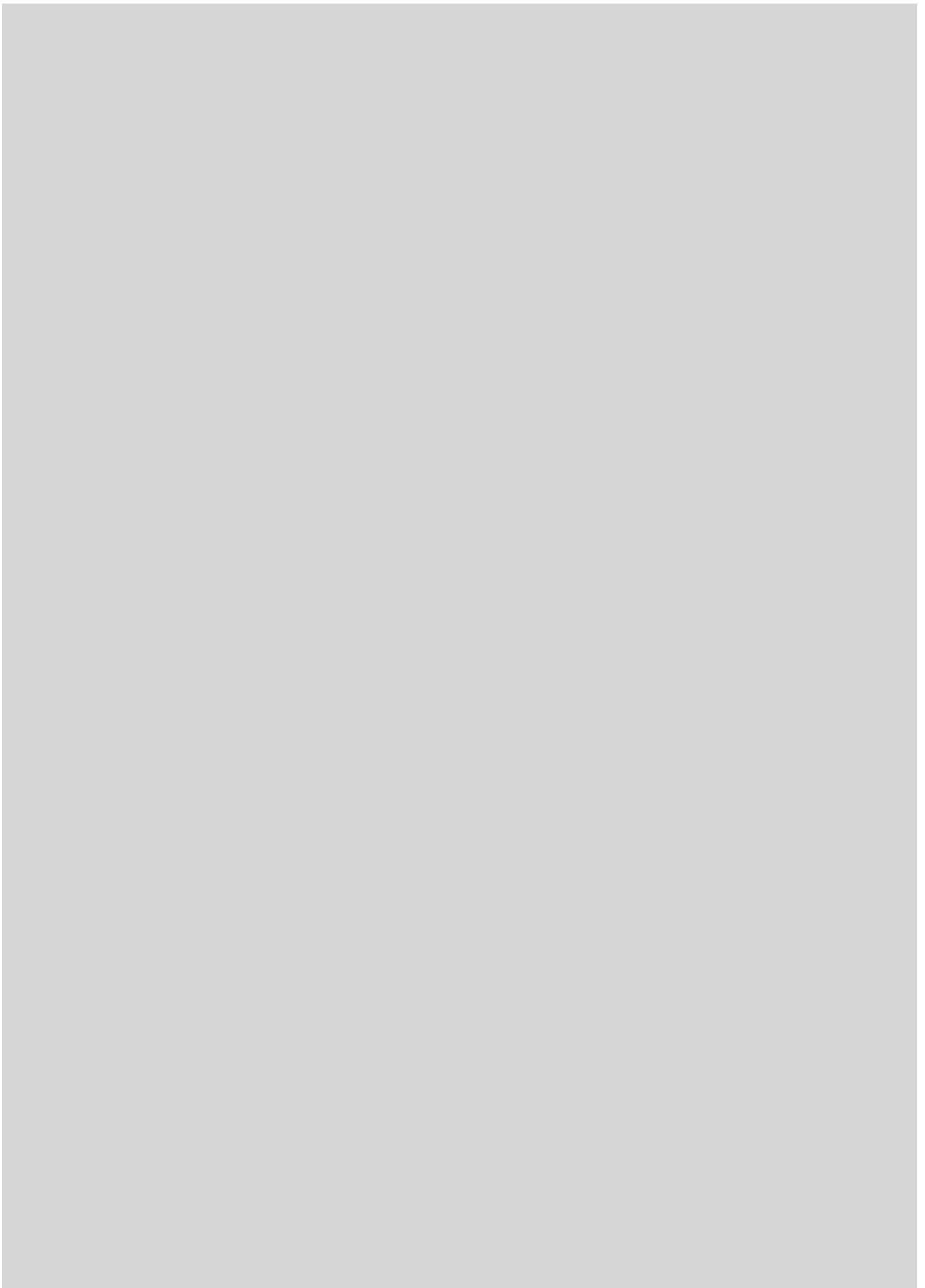
Edición española de
**SCIENTIFIC
AMERICAN**



CONSERVACION DE LAS HUELLAS DE LAETOLI

NOVIEMBRE 1998
800 PTAS.





8



Conservación de las huellas de Laetoli

Neville Agnew y Martha Demas

Las huellas de 3.600.000 años de antigüedad descubiertas hace cuatro lustros en Laetoli, al norte de Tanzania, nos retrotraen al mundo de nuestros antepasados. Para proteger estos rastros se han enterrado de nuevo cuidadosamente. Los autores, directores del proyecto de conservación, explican por qué y cómo se llevó a cabo esa tarea.

20



Efectos de la ingravidez sobre el cuerpo humano

Ronald J. White

Los astronautas padecen mareos, pérdida de hueso y músculo, hinchamiento facial y encogimiento de los muslos. Pero ninguna dolencia sugiere que los seres humanos no puedan sobrevivir a los largos viajes espaciales. Y lo que reviste mayor interés: la medicina espacial está proporcionando nuevas pistas sobre cómo tratar la osteoporosis y la anemia.

28

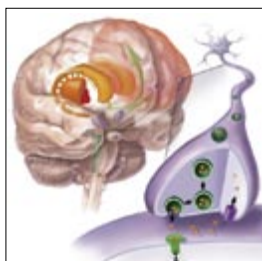


Einstein, Hilbert y la teoría general de la relatividad

Leo Corry

La formulación casi simultánea por David Hilbert y Albert Einstein de las ecuaciones de campo, corazón de la teoría general de la relatividad, dio pie a una interpretación errónea de la prioridad. El autor ha descubierto un documento, unas pruebas de imprenta, que zanja en favor de Einstein la cuestión de la autoría primera.

48

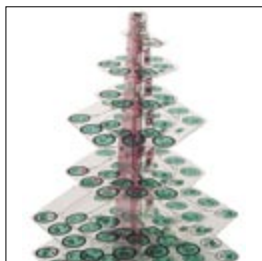


El desorden de hiperactividad y déficit de atención

Russell A. Barkley

Considerado antaño mera falta de atención y exceso de actividad, la investigación nos revela que el trastorno resulta de anomalías neurológicas cuyo origen último es de carácter genético. Un entrenamiento en modificar la conducta, más una medicación con fármacos estimulantes, podrían ayudar a los niños y a los adultos a conseguir mayor autocontrol.

54



La evolución del sistema periódico

Eric R. Scerri

La tabla periódica de Mendeleiev es un símbolo emblemático de la ciencia, que no sólo decora las paredes de aulas y laboratorios, sino que compendia además buena parte de nuestros conocimientos sobre química. Tras superar los profundos cambios operados en la física del siglo XX, la investigación apunta hacia nuevos descubrimientos.

60

25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni
43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd
75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt
107 Bh	108 Hs	109 Mt	110*

La síntesis de los elementos superpesados

Peter Armbruster

Ciertos efectos observados en la estructura estratificada de los núcleos atómicos, junto con una técnica experimental de primera línea, han posibilitado al Instituto de Investigación en Iones Pesados de Darmstadt producir los seis elementos más pesados obtenidos hasta la fecha. La creación artificial de estos elementos va unida al descubrimiento de la radiactividad natural.

72



La nube de Oort

Paul R Weissman

Mucho más allá de Plutón, casi a mitad de camino hacia Alpha Centauri, billones de pedazos de hielo crean una difusa cáscara esférica que ciñe al sistema solar. Estos cometas, remanentes de la formación de los planetas, orbitan en la oscuridad en espera de que el paso de estrellas o nubes de gas interestelar lance a unos pocos de nuevo hacia el Sol.

78



La técnica termofotovoltaica

Timothy J. Coumts y Mark C. Fitzgerald

Los dispositivos termofotovoltaicos transforman directamente en electricidad el calor generado por combustibles fósiles, los rayos solares o los isótopos radiactivos. Prometen ser muy útiles para sondas espaciales, pequeñas embarcaciones, aldeas aisladas y tropas en campaña que necesiten fuentes de alimentación compactas, ligeras y fiables.

SECCIONES

5 HACE...

36 PERFILES

38



CIENCIA Y SOCIEDAD

La actividad del Popocatépetl.

86



JUEGOS MATEMÁTICOS

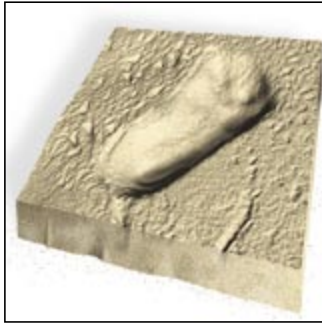
¿Cuántos obreros construyeron las pirámides?

47 DE CERCA

90 LIBROS

84 TALLER Y LABORATORIO

96 IDEAS APLICADAS



Portada: Slim Films

PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES

Página	Fuente
8-9	Alfred T. Kamajian
10-13	Laurie Grace (<i>mapa y dibujo</i>), J. Paul Getty Trust y G. Aldana (<i>fotografías</i>)
14	T. Moon (<i>arriba, izquierda</i>); N. Agnew (<i>arriba, derecha y abajo, izquierda</i>); A. Bass (<i>centro, derecha</i>) y M. Demas (<i>abajo, dcha.</i>)
15	A. Bass (<i>arriba</i>), F. Long (<i>abajo</i>)
16	Jay H. Matternes
17	Cortesía del Museo Americano de Historia Natural
18	Laurie Grace (<i>dibujo</i>); T. Moon (<i>fotografía superior</i>); N. Agnew (<i>centro</i>) y M. Demas (<i>abajo</i>)
20	Centro Espacial Johnson, NASA
22	Dmitry Krasny
23	Daniels & Daniels
24	NASA (<i>arriba</i>); Centro de Vuelos Espaciales Marshall, NASA (<i>abajo</i>)
25	Centro Espacial Johnson, NASA
29-33	Leo Corry
48	Yan Nascimbene
50	Lisa Burnett (<i>recuadro</i>); F. Xavier Castellanos y Jay N. Giedd, <i>Instituto Nac. de Salud Mental</i>
51	Terese Winslow
52	Lisa Burnett
53	Stephen Rose, <i>Gamma Liaison</i>
54-55	Dan Wagner
56	Science & Society Picture Library/Museo de Ciencias, Londres
57	Corbis-Bettmann (<i>izquierda</i>); Biblioteca Van Pelt-Dietrich de la Univ. de Pennsylvania (<i>derecha</i>)
58-59	Laurie Grace
61	Peter Möller, Scientific Computers and Graphics, Inc., Los Alamos
62-63	Museo Curie (<i>izquierda</i>); "Die Geschichte der Radioaktivität" de Cornelius Keller (<i>centro</i>); A. Zschau (<i>derecha</i>)
65	Spektrum der Wissenschaft
66-67	Pour la Science/Spektrum der Wissenschaft (<i>arriba y abajo centro</i>); A. Zschau (<i>abajo izquierda y derecha</i>)
69-71	GSI/Spektrum der Wissenschaft
72-73	Don Dixon
74	Dennis Diccico; Michael Goodman (<i>inserto</i>)
75-76	Michael Goodman
77	Paul R. Weissman
78-79	Slim Films
80	Slim Films; Patrick Bennett (<i>fotografía</i>)
81-82	Slim Films
83	Tore Ofteness
84-85	Rick Jones
86	Roger Ressemeyer (<i>arriba</i>), Dmitry Krasny (<i>abajo</i>)
87	D. Krasny (<i>arriba</i>), David Fierstein (<i>abajo</i>)

COLABORADORES DE ESTE NUMERO

Asesoramiento y traducción:

Jesús Rodríguez Méndez: *Conservación de las huellas de Laetoli*; Ana M.^a Rubio: *Efectos de la ingravidez sobre el cuerpo humano*; José M. García de la Mora: *El desorden de hiperactividad y déficit de atención*; Xavier Roqué: *La evolución del sistema periódico*; Emilio Elizalde: *La síntesis de los elementos superpesados*; Mónica Murphy: *La nube de Oort*; Angel Garcimartín: *Perfiles*; J. Vilardell: *Hace..., Taller y laboratorio e Ideas aplicadas*; Luis Bou: *De cerca y Juegos matemáticos*; José M.^a Valderas Martínez: *Nexos*

INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR GENERAL Francisco Gracia Guillén

EDICIONES José María Valderas, *director*

ADMINISTRACIÓN Pilar Bronchal, *directora*

PRODUCCIÓN M.^a Cruz Iglesias Capón

Bernat Peso Infante

SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez

EDITA Prensa Científica, S. A. Muntaner, 339 pral. 1.^a - 08021 Barcelona (España)

Teléfono 93 414 33 44 Telefax 93 414 54 13

SCIENTIFIC AMERICAN

EDITOR IN CHIEF John Rennie

BOARD OF EDITORS Michelle Press, *Managing Editor*; Philip M. Yam, *News Editor*; Ricki L. Rusting, Timothy M. Beardsley y Gary Stix, *Associate Editors*; W. Wayt Gibbs, *Senior Writer*; Kristin Leutwyler, *On-Line Editor*; Mark Alpert, Carol Ezzell; Alden M. Hayashi; Madhusree Mukerjee; George Musser; Sasha Nemecek; David A. Schneider y Glenn Zorpette; Marguerite Holloway, Steve Mirsky y Paul Wallich, *Contributing Editors*

PRODUCTION Richard Sasso

CHAIRMAN AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER John J. Hanley

CO-CHAIRMAN Rolf Grisebach

PRESIDENT Joachim P. Rosler

SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.^a
08021 Barcelona (España)
Teléfono 93 414 33 44
Fax 93 414 54 13

Precios de suscripción, en pesetas:

	Un año	Dos años
España	8.800	16.000
Extranjero	11.150	20.700

Ejemplares sueltos:

Ordinario: 800 pesetas

Extraordinario: 1.000 pesetas

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

DISTRIBUCION

para España:

MIDESA
Carretera de Irún, km. 13,350
(Variante de Fuencarral)
28049 Madrid Tel. 91 662 10 00

para los restantes países:

Prensa Científica, S. A.
Muntaner, 339 pral. 1.^a - 08021 Barcelona
Teléfono 93 414 33 44

PUBLICIDAD

GM Publicidad
Francisca Martínez Soriano
Menorca, 8, semisótano, centro, izquierda.
28009 Madrid
Tel. 91 409 70 45 - Fax 91 409 70 46

Cataluña y Baleares:

Miguel Munill
Muntaner, 339 pral. 1.^a
08021 Barcelona
Tel. 93 321 21 14
Fax 93 414 54 13

Difusión controlada 

Copyright © 1998 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

Copyright © 1998 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

Filmación y fotogramas reproducidos por Dos Digital, Zamora, 46-48, 6^a planta, 3^a puerta - 08005 Barcelona
Imprime Rotocayfo, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España

HACE...

...cincuenta años

CIBERNÉTICA. «Cibernética es una palabra de nuevo cuño que designa un nuevo campo de la ciencia. Bajo un mismo término se amparan el estudio de lo que en un contexto humano se conoce vagamente como pensamiento y lo que en ingeniería se denomina control y comunicación. En otras palabras, la cibernética pretende descubrir los elementos comunes del funcionamiento de las máquinas automáticas y del sistema nervioso humano, para desarrollar una teoría que abarque todo el campo del control y la comunicación en las máquinas y en los seres vivos. Procede del griego *kybernetes*, timonel. Si el siglo XVII y los primeros años del XVIII fueron la era de los relojes y los últimos años del siglo XVIII y el siglo XIX fueron la era del motor de vapor, nuestro tiempo corresponde a la era de las comunicaciones y el control. —Norbert Wiener»

SEXUALIDAD VÍRICA. «Creíase antaño que la sexualidad era una cualidad exclusiva de las formas de vida superiores, pero se ha descubierto que también la poseen formas de vida más elementales. La reproducción sexual es la unión e intercambio de factores característicos entre dos progenitores para generar un nuevo individuo. Experimentos con virus que atacan a las bacterias mostraron que, dentro de una bacteria, dos o más virus “matados” (o mortalmente dañados) pueden ensamblar partes incólumes y dar origen a individuos completos, capaces de reproducirse a sí mismos. —Max y Mary Bruce Delbrück»

...cien años

CONTROL REMOTO. «El señor Nikola Tesla, de Nueva York, ha inventado lo que en ciencia naval se llama torpedo dirigible. Mientras que otros ingenios dirigibles emplean un cable de conexión para transmitir al torpedo la energía de control, el señor Tesla hace uso de las ondas hertzianas procedentes de

una fuente distante (lo que se conoce más popularmente como ‘telegrafía sin hilos’) y prescinde del cable. Afirma el señor Tesla que ‘la guerra dejará de ser posible cuando el mundo entero sepa que en el futuro el más débil de los países podrá dotarse inmediatamente de un arma que haga seguras sus costas y sus puertos inexpugnables a los asaltos de todas las armadas del mundo unidas.»

AVANCES MÉDICOS. «Nos enteramos por el número de septiembre del *Fort Wayne Medical Journal Magazine* que en un examen reciente ante el Consejo Médico de Louisiana, la doctora Emma Wakefield, una joven negra, aprobó muy bien su examen. Se trata de la primera mujer que estudia medicina en el estado de Louisiana y la primera negra que recibe el título en América.»

“ZONA PELIGROSA” EN VIENA. «El brote de peste bubónica en Viena a causa de los experimentos del centro bacteriológico del profesor Nothnagle ha sembrado el terror en la capital austríaca. Además de los que produjeron las muertes del doctor Mueller

y el señor Barisch, ha habido otros casos. Ya se han tomado precauciones extraordinarias para prevenir una epidemia, habiéndose aislado a todas las personas que estuvieron en contacto con el señor Barisch. Algunas de ellas trataron de escapar, pero fueron aprehendidas y confinadas. Los afectados por la peste se hallan en un edificio aislado y son atendidos por el doctor Pooch y por Hermanas de la Caridad. Es opinión de los médicos de la capital austríaca que la peste se propagará.»

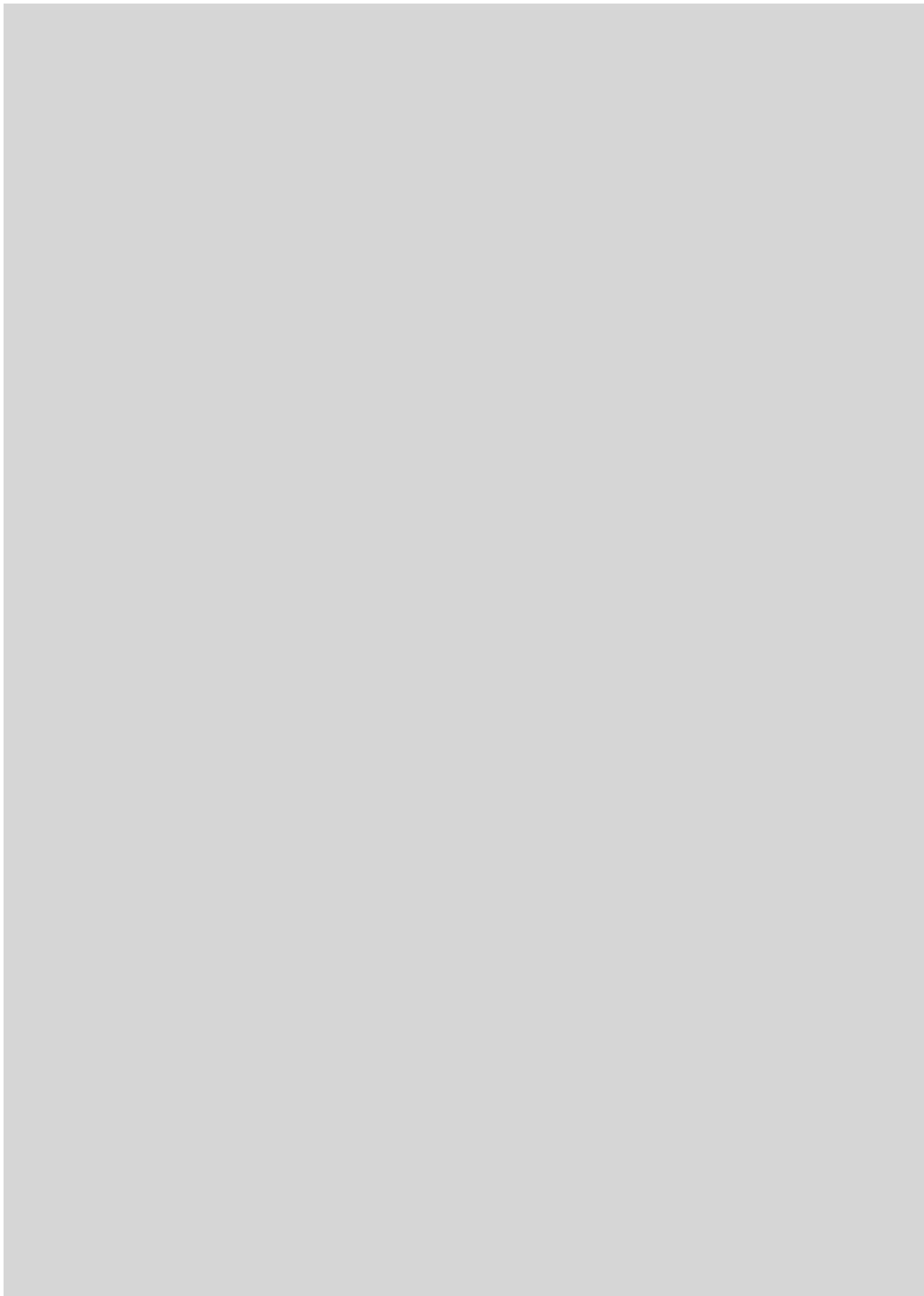
EL GRAN TELESCOPIO DE PARÍS. «El Observatorio de París está reconocido como uno de los centros de la investigación astronómica, con unos astrónomos a los que se ha asociado desde los comienzos a la historia de la ciencia. El gran instrumento dotado de escaleras que mostramos en el grabado fue instalado sobre sus cimientos en 1875. Encerrado dentro de una cúpula (que no se ve en el grabado), se mueve cronométricamente merced a un regulador de Foucault y su espejo tiene un diámetro de 1,2 metros.»

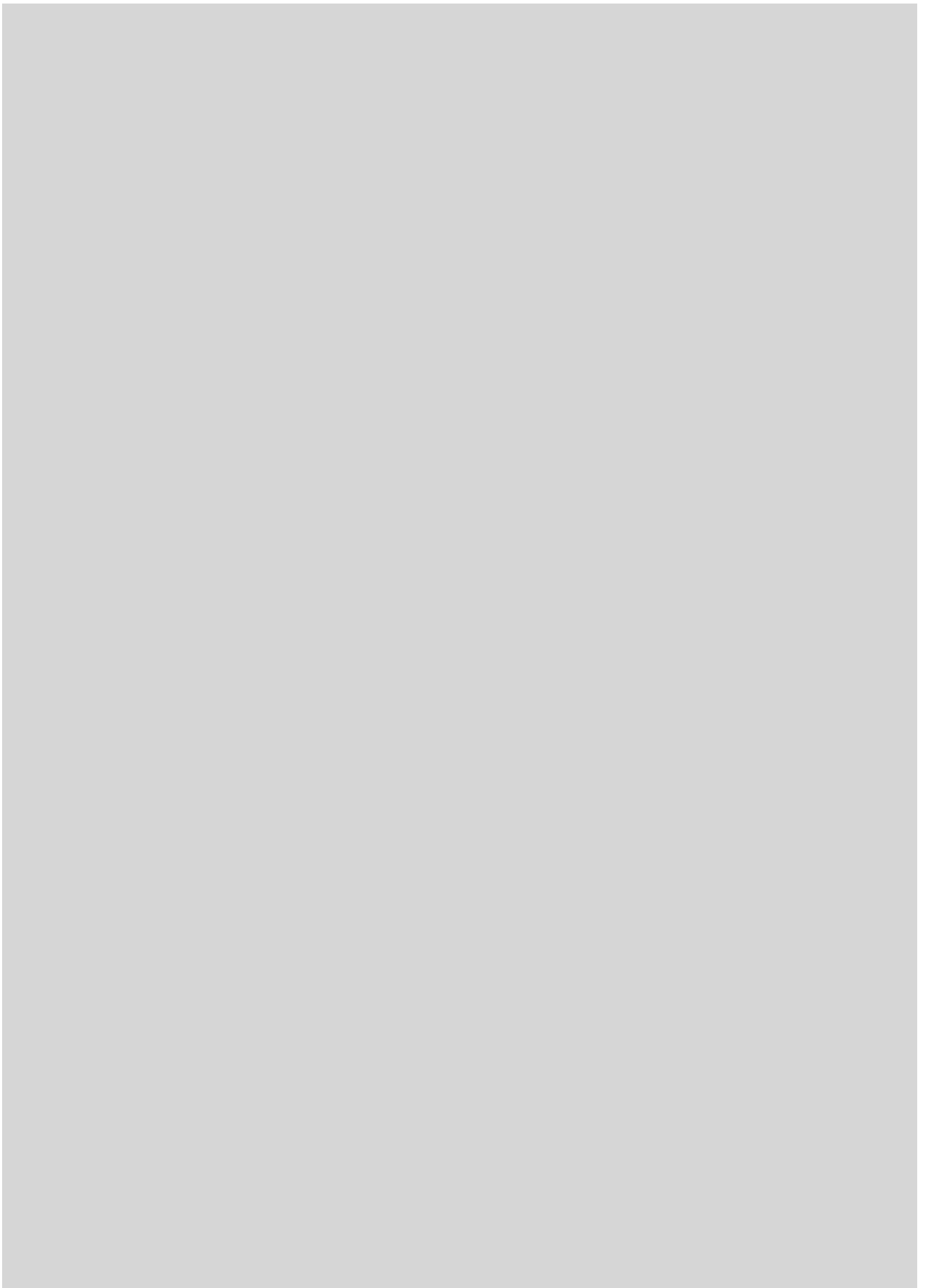
...ciento cincuenta años

UN CASO FAMOSO DE NEUROLOGÍA. «El *Mercury* de Woodstock (Vermont) informa: ‘Hace pocas semanas nos referimos al asombroso caso del señor Gage, capataz del ferrocarril en Cavendish, quien al preparar una carga para volar un peñasco resultó herido al atravesarle la cabeza una barra de hierro; le entró por la mejilla y salió despedida por arriba hasta una distancia de varios metros, tras efectuar un sorprendente viaje a través del cráneo y el cerebro. Volvemos hoy a este caso para informar de que el paciente no sólo sobrevive, sino que se encuentra mucho mejor. No parece presentar otra lesión visible que la pérdida de un ojo.’ [Nota de la Redacción: *Phineas Gage sobrevivió 12 años, pero con una personalidad radicalmente deforme; hoy aún sigue estudiándose como modelo de función cerebral.*]



El gran telescopio del Observatorio de París

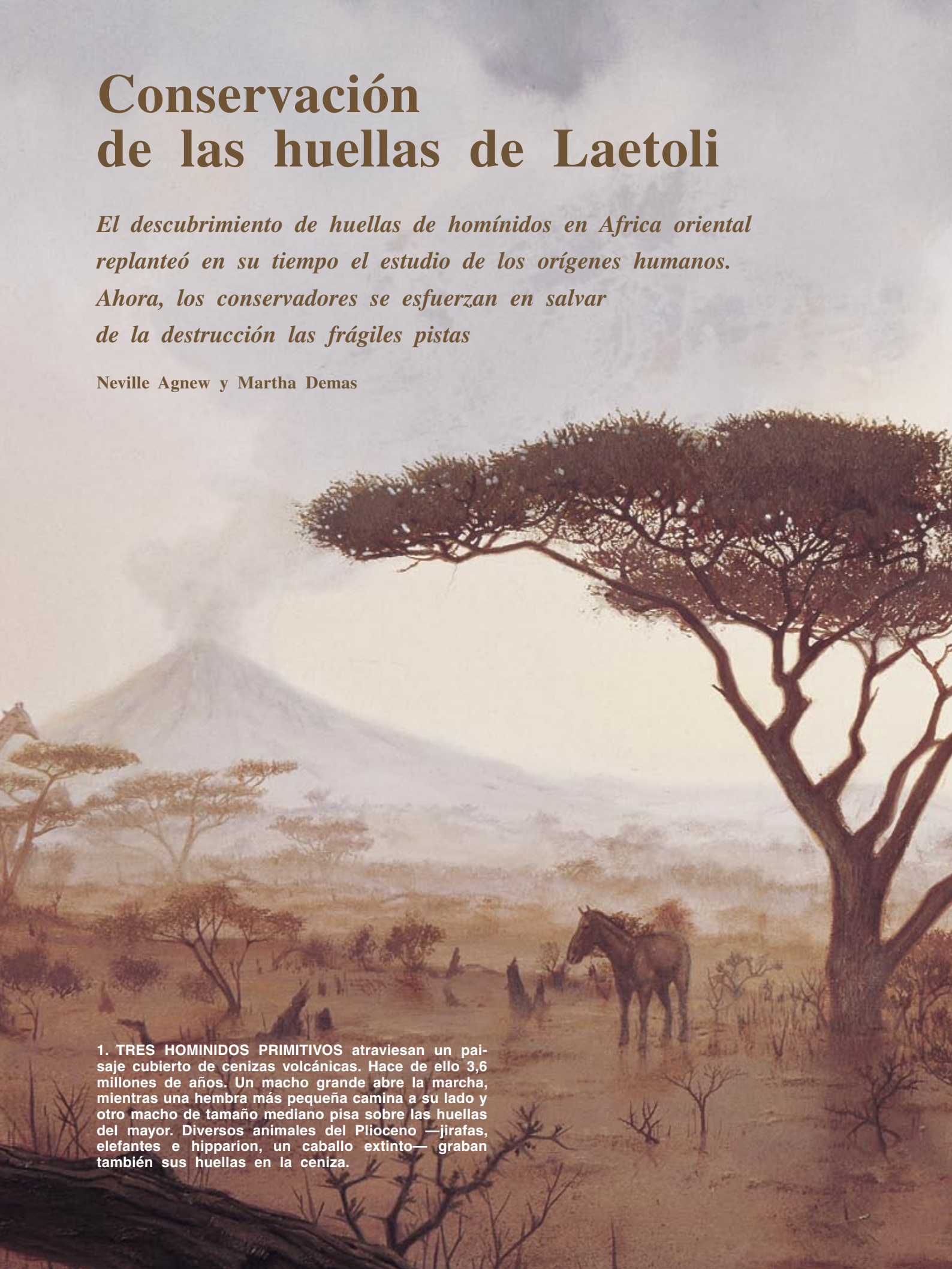




Conservación de las huellas de Laetoli

El descubrimiento de huellas de homínidos en Africa oriental replanteó en su tiempo el estudio de los orígenes humanos. Ahora, los conservadores se esfuerzan en salvar de la destrucción las frágiles pistas

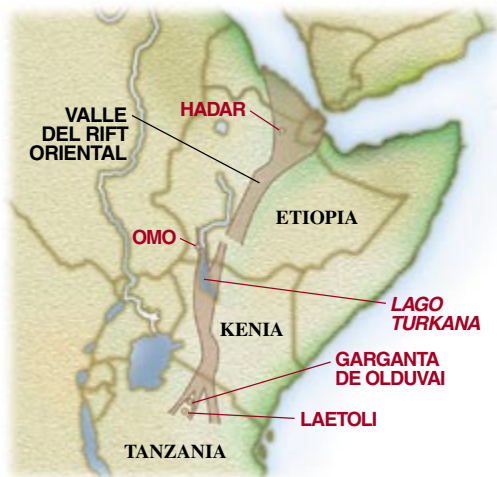
Neville Agnew y Martha Demas



1. TRES HOMINIDOS PRIMITIVOS atraviesan un paisaje cubierto de cenizas volcánicas. Hace de ello 3,6 millones de años. Un macho grande abre la marcha, mientras una hembra más pequeña camina a su lado y otro macho de tamaño mediano pisa sobre las huellas del mayor. Diversos animales del Plioceno —jirafas, elefantes e hipparion, un caballo extinto— graban también sus huellas en la ceniza.

Uno de los hechos más notables en los anales de la antropología ocurrió hace 20 años en una región del norte de Tanzania llamada Laetoli. Allí se encontraba un equipo dirigido por Mary D. Leakey buscando fósiles de los homínidos primitivos que ocuparon África oriental hace millones de años. En el verano de 1976, tras un largo día de trabajo de campo, tres investigadores externos al grupo de Leakey comenzaron a bromear arrojándose pellas de excrementos secos de elefante. Cuando el paleontólogo Andrew Hill se echó al suelo para esquivar una, observó lo que parecían ser rastros de animales en una capa de toba aflorante o, lo que es lo mismo, una roca sedimentaria formada por depósitos de cenizas volcánicas. Entregados a una inspección más sistemática, los científicos encontraron miles de rastros fósiles, con huellas de elefantes, jirafas, rinocerontes y muchas especies de mamíferos extintos. Pero el hallazgo más extraordinario llegó dos años después, cuando Paul I. Abell, geoquímico agregado al equipo de Leakey, encontró lo que parecía ser una huella humana en el extremo de un barranco erosionado por el río Ngarusi.





2. LA TANZANA LAETOLI se halla en la rama oriental del Gran Valle del Rift, donde han aparecido muchos homínidos fósiles. Otros yacimientos famosos de homínidos son Hadar y Omo, en Etiopía, el lago Turkana en Kenia y la garganta de Olduvai también en Tanzania.

En 1978 y 1979 las excavaciones de la Toba de las Huellas —así se daría en llamarla— revelaron dos rastros paralelos de pisadas de homínidos a lo largo de unos 27 metros. Los sedimentos volcánicos, datados por técnicas radiométricas, tenían entre 3,4 y 3,8 millones años de antigüedad. Con el descubrimiento se abrió un debate de largo alcance: las huellas de Laetoli demostraban que los homínidos primitivos eran totalmente bípedos; es decir, adquirieron una postura erguida y andaban sobre dos pies mucho antes del comienzo de la fabricación de útiles líticos o el aumento del tamaño del cerebro humano. Más aún, los rastros proporcionaron información sobre los tejidos blandos de los pies y la longitud de su zancada, información ésta que no puede recabarse de los huesos fósiles. Por todas esas razones las pisadas de Laetoli despertaron la atención de expertos y legos. Para Mary Leakey, fallecida en 1996, el descubrimiento constituía el hito que coronaba sesenta años de trabajo en África oriental.

Que las huellas tienen valor científico salta a la vista; merced a ellas se han resuelto cuestiones fundamentales sobre el pasado de la humanidad. Encierran también un profundo simbolismo cultural. De un modo poderosamente evocador, los rastros de esos homínidos primitivos representan la larga historia evolutiva. Las huellas transportan al espectador hasta un momento crucial

del desarrollo de nuestra especie y nos hablan directamente a través de miles de milenios.

Desde hace seis años el Instituto Getty para la Conservación —una organización con sede en Los Angeles dedicada a la protección del patrimonio cultural— ha trabajado con las autoridades tanzanas para asegurar que las huellas de Laetoli permanezcan intactas. Un equipo interdisciplinar de expertos acaba de concluir un proyecto para protegerlas de la erosión, el crecimiento de la vegetación y otras causas de deterioro que han amenazado las pisadas desde su descubrimiento.

Los restos esqueléticos gozan de mayores posibilidades de preservarse fosilizados que las impresiones en el lodo o las cenizas volcánicas. Abundan, no obstante, repartidos por todo el mundo rastros de animales desde la era Paleozoica, algunos con antigüedad de 500 millones de años. Mientras vive, el animal va dejando muchos rastros; cuando muere, sólo queda el esqueleto. No debe sorprendernos, pues, si nos atenemos a la estadística, que haya impresiones fósiles de algunos rastros. Mas, por su número y variedad, las huellas fósiles en la superficie de Laetoli constituyen un acontecimiento insólito. De los 16 yacimientos de Laetoli en que se han encontrado rastros, se estiman en el mayor unas 18.000 huellas, representantes de 17 familias, en un área de 800 metros cuadrados.

Laetoli está en la rama oriental del Gran Valle del Rift, una zona de actividad tectónica. Hace unos 3,6 millones de años, durante el Plioceno, el volcán Sadiman —situado 20 kilómetros al este de Laetoli— comenzó a escupir nubes de ceniza que se acumularon en capas sobre la sabana circundante. Durante la fase activa del volcán, una serie de erupciones coincidió con el final de una estación seca africana. Tras una lluvia ligera, los animales del contorno dejaron sus rastros en las cenizas mojadas. El material arrojado por el Sadiman era rico en carbonata, que en cuanto se seca, cementa. Las capas de ceniza se endurecieron y conservaron así miles de huellas de animales que cubrían la región. Poco después, el Sadiman entró de nuevo en erupción y depositó capas adicionales de cenizas que enterraron las huellas y las fosilizaron. Por último, una erosión incesante de millones de años terminó por sacar a la luz la Toba de las Huellas.

La pista con su doble rastro paralelo contiene un total de 54 pisadas, de homínidos sin la menor duda. El suelo iba de escasos centímetros en el extremo norte de la pista —allí donde se descubrieron las primeras huellas— a 27 centímetros en el extremo sur. Al norte, las huellas terminan en el barranco, ancho y profundo, creado por el río Ngarusi; al sur, las fallas y la erosión impiden seguir el rastro. La propia pista está fallada también, con una fosa —una sección que se ha hundido de 20 a 40 cm por actividad tectónica— cerca del punto medio. Parte de la pista ha sufrido el embate de la acción del tiempo: en esta sección la toba se ha transformado en barro seco y las huellas no se han conservado bien. Pero en la zona menos meteorizada el estado de preservación, excelente, permite reconocer el talón, el puente y el dedo gordo, entre otros rasgos anatómicos de tejidos blandos.

Según costumbre inveterada de la paleoantropología, comenzaron pronto las divergencias en la interpretación de las pruebas. ¿A qué especie pertenecían los homínidos que dejaron las huellas? El equipo

3. EL MAPA DE CONTORNO de la huella de homínido G1-36 (*derecha*) se levantó tomando dos fotografías traslapantes de la huella con una cámara de alta resolución. La impresión profunda de la huella indica que el homínido caminaba como un humano moderno, cargando todo su peso sobre el talón. La huella mide unos 20 centímetros de longitud. Dos fotografías de la huella G1-25 muestran que ésta sufrió pocos daños entre su descubrimiento en 1979 y su reexcavación en 1995. La huella reexcavada (*la más a la derecha*) se muestra junto a una fotografía de la huella tomada en 1979 por un miembro del equipo de Mary Leakey.

