

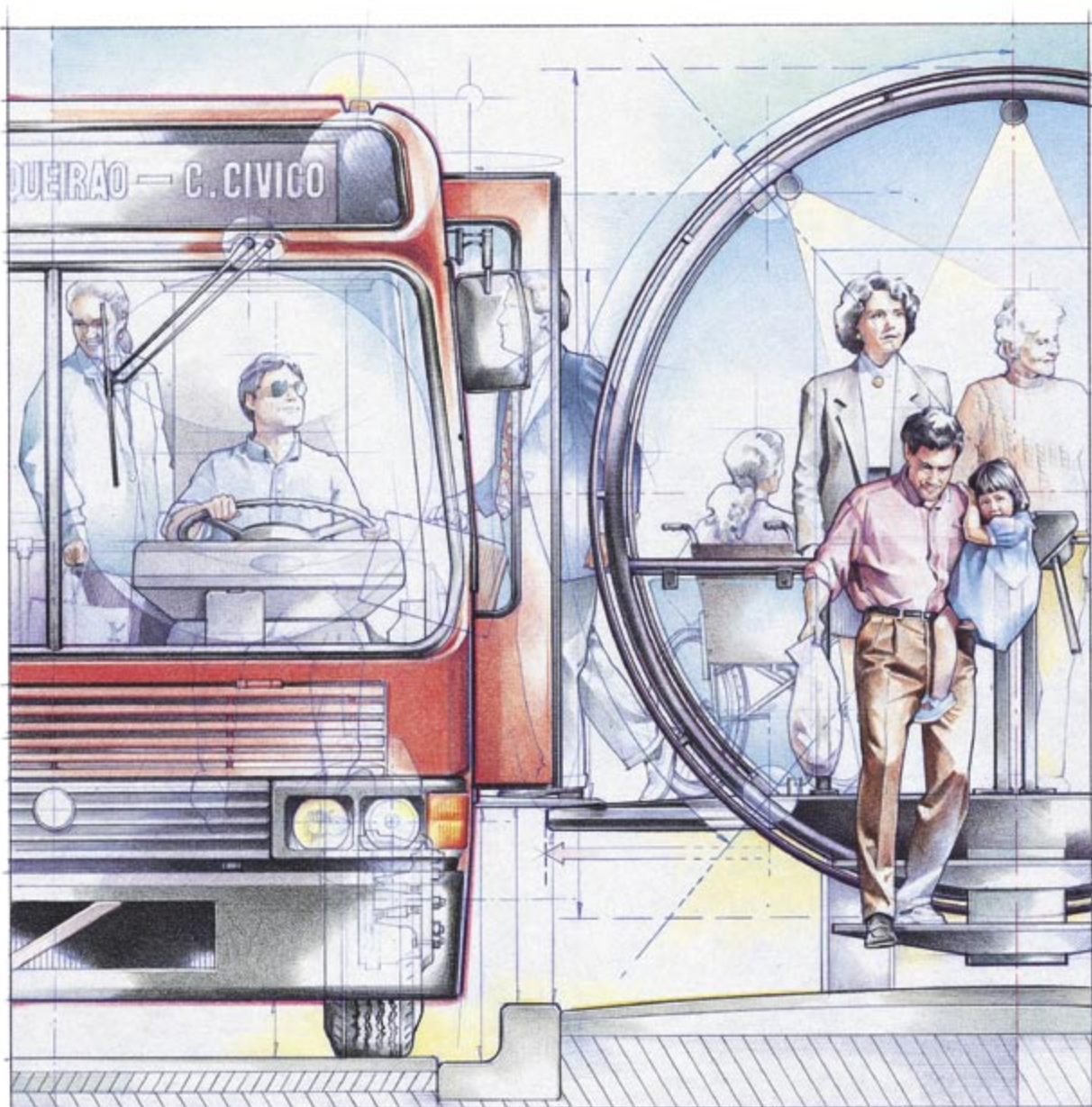
# INVESTIGACION *y* CIENCIA

LA FOTOGRAFIA EN LOS SERVICIOS DE INTELIGENCIA

EXPERIMENTACION GENICA EN HUMANOS

COMPLEJIDAD EN LA FRONTERA DEL CAOS

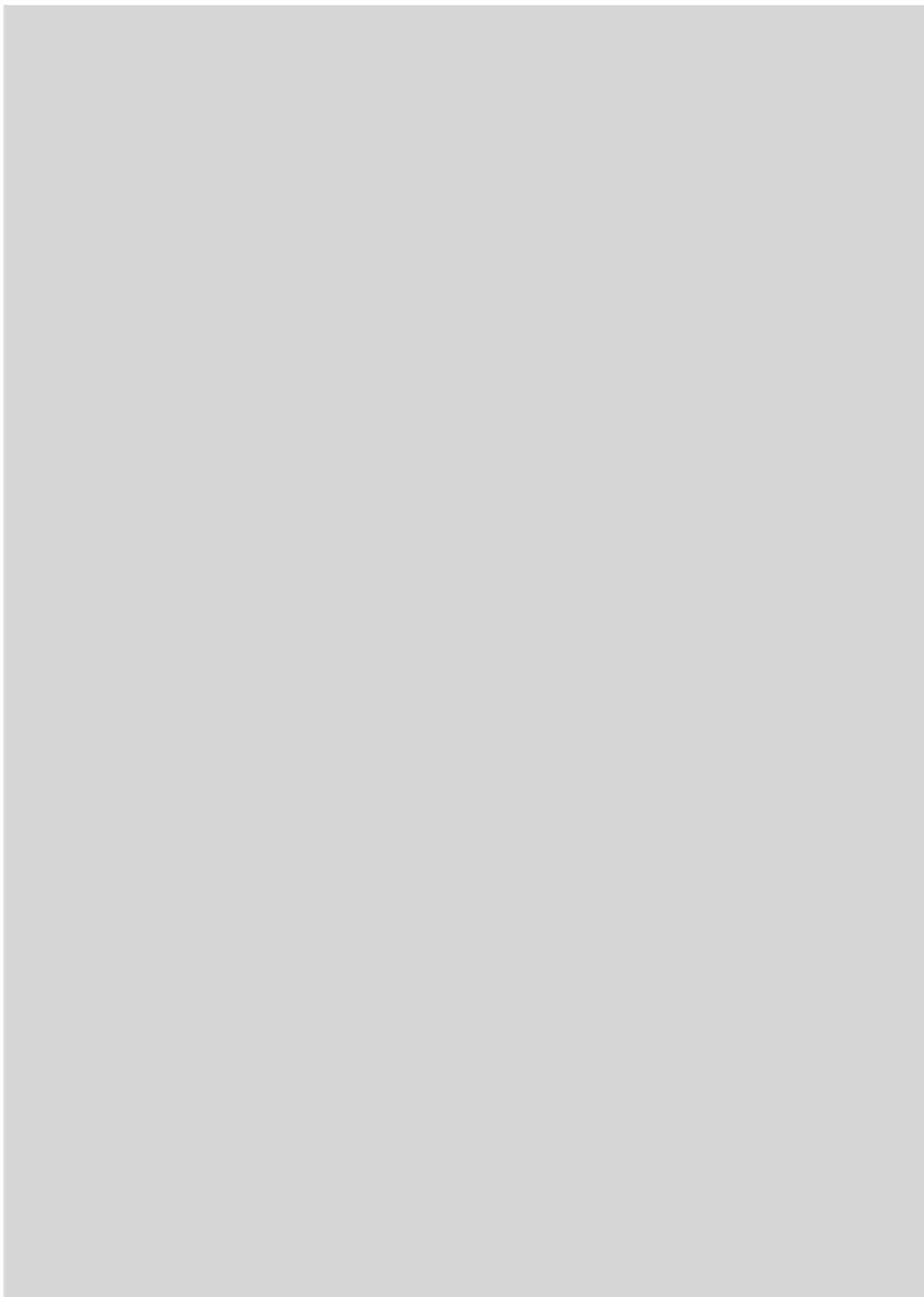
Edición española de  
**SCIENTIFIC  
AMERICAN**

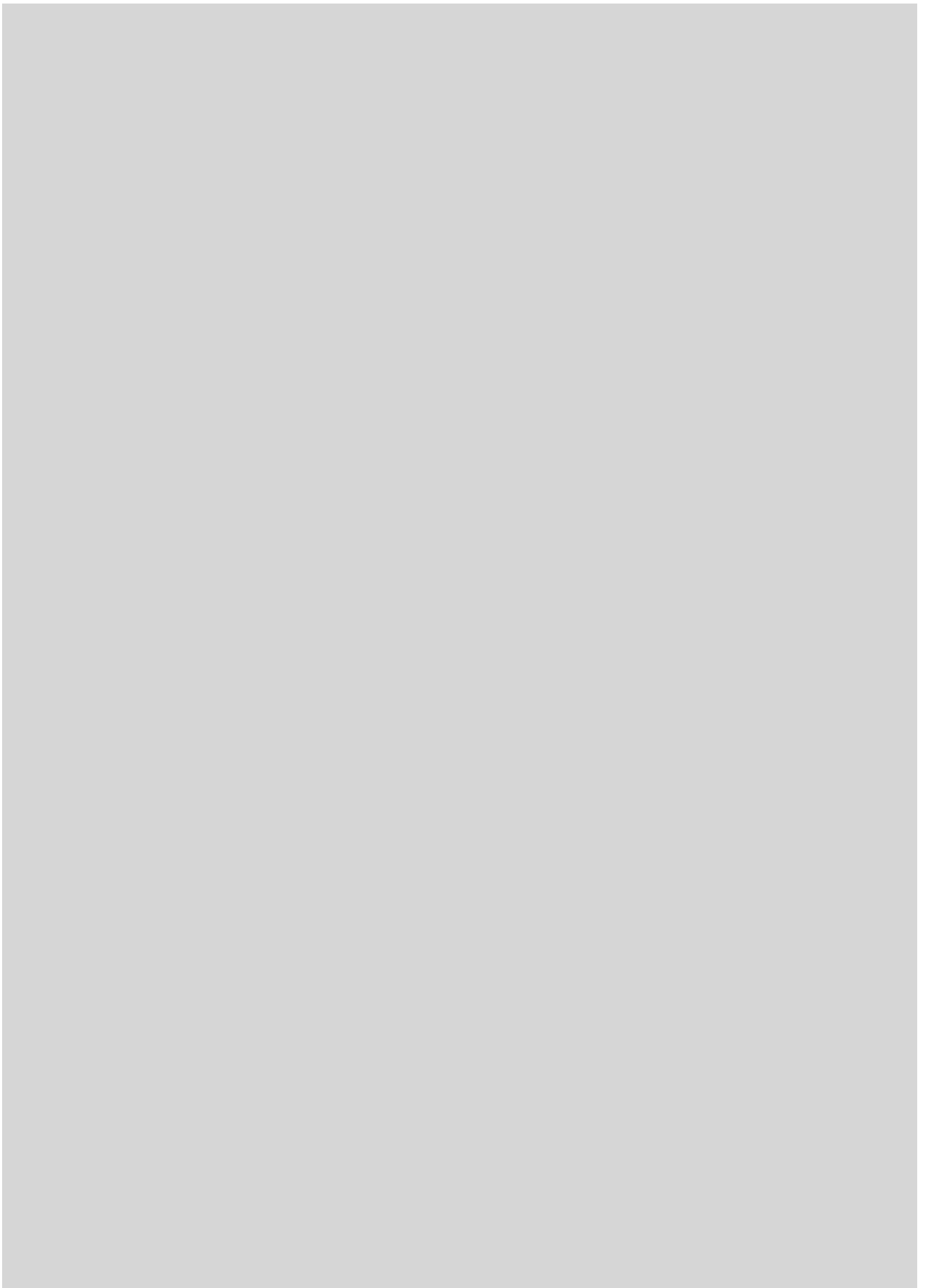


00236

PLANIFICACION URBANA

MAYO 1996  
800 PTAS.





8

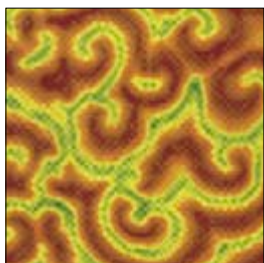


## Manglares del Caribe

*Klaus Rützler e Ilka C. Feller*

Los manglares son árboles adaptados a la vida en aguas someras de las costas tropicales. Forman los manglares. En éstos, los hábitats creados presentan semejanzas con bosques y arrecifes coralinos. Residen allí comunidades de organismos adaptados a medio tan singular. Los autores, un biólogo marino y una ecóloga forestal, nos guían por un manglar de Belize.

14



## Complejidad en la frontera del caos

*Ricard V. Solé, Jordi Bascompte, Jordi Delgado, Bartolo Luque y Susanna C. Manrubia*

Los hormigueros, la macroevolución, las selvas tropicales y el cerebro comparten un rasgo común: son sistemas complejos alejados del equilibrio y dotados de propiedades especiales, emergentes, a medio camino entre el orden y el desorden. Llámense emergentes aquellas propiedades cuya naturaleza no puede explicarse a partir de los elementos componentes del sistema.

22

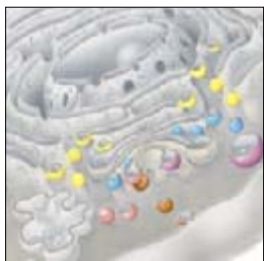


## Epidemia africana de sida

*John C. Caldwell y Pat Caldwell*

El azote del sida golpea con violencia en el Africa subsahariana. La mitad de todos los casos se localiza en una cadena de países que dan cabida a tan sólo un 2 por ciento de la población mundial. A diferencia de lo que ocurre en la mayoría de las regiones, en esa franja semicircular la enfermedad se propaga a través de las relaciones heterosexuales.

38

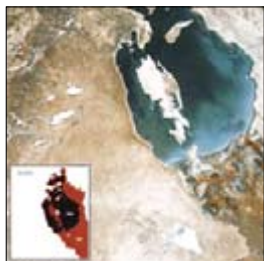


## Vesículas y transporte intracelular

*James E. Rothman y Lelio Orci*

En el interior de la célula hay haces de proteínas y otras moléculas que viajan, de un compartimento a otro, a bordo de pequeñas burbujas o vesículas rodeadas por una membrana. Los autores, en un ejemplo de colaboración transatlántica mantenida durante años, han estudiado el proceso de formación de tales sáculos y los mecanismos de transporte implicados.

46

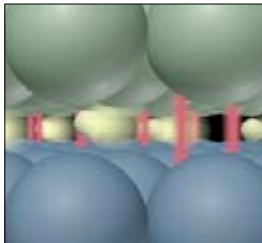


## CIENCIA EN IMÁGENES

### Arte y ciencia del reconocimiento fotográfico

*Dino A. Brugioni*

El reconocimiento fotográfico desde aviones y satélites de espionaje ha librado en varias ocasiones a las superpotencias de la guerra. Un antiguo analista de la CIA revela secretos del oficio.

**54****Los electrones en planilandia***Steven Kivelson, Dung-Hai Lee y Shou-Cheng Zhang*

Cuando los electrones en movimiento quedan atrapados en un espacio plano entre dos semiconductores y se exponen a un campo magnético, desarrollan un comportamiento insólito: el efecto Hall cuántico. En esencia, los electrones forman una nueva fase de la materia.

**62****Planificación urbana de Curitiba***Jonas Rabinovitch y Josef Leitman*

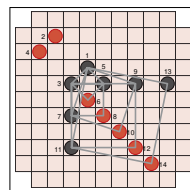
Parece inevitable que el desarrollo de una gran urbe sea a costa de contaminación, atascos y hacinamiento. Pero hay una ciudad en Brasil que crece con rapidez sin tener que pagar este tributo. Todo estriba en el uso creativo de los recursos, con técnicas sencillas y un sistema de transporte eficaz.

**70****TENDENCIAS EN GENÉTICA HUMANA****Información vital***Tim Beardsley*

Al Proyecto Genoma Humano le quedan varios años para su culminación, pero ya están a punto de salir al mercado pruebas de ADN para detectar muchas anomalías genéticas. Aún no han hablado ni la ética ni las leyes.

**SECCIONES****6 Hace...****84 Taller y laboratorio****30****Ciencia y sociedad**

Lince ibérico.

**87****Juegos matemáticos**

Jugando con quads y quazars.

**36 De cerca****90 Libros****78 Ciencia y empresa****96 Apuntes**





Portada: Bruce Morser

## PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES

Página	Fuente
8	Roberto Osti
9	Chip Clark, Institución Smithsoniana
10	Jimmy Smith, <i>Islas desde el cielo (arriba)</i> ; Roberto Osti ( <i>abajo</i> )
11	Molly Kelly Ryan, Institución Smithsoniana ( <i>arriba</i> ); Sandy Canupp ( <i>abajo</i> )
12	Ilka C. Feller, Institución Smithsoniana ( <i>arriba</i> ); Chip Clark, Institución Smithsoniana ( <i>abajo</i> )
13	Molly Kelly Ryan, Institución Smithsoniana ( <i>izquierda</i> ); Klaus Rützler ( <i>derecha</i> )
15	Ricard V. Solé
16	Ricard V. Solé ( <i>izquierda</i> ); Xavier Espadaler ( <i>derecha</i> )
17-20	Ricard V. Solé
23	George Mulala
24-25	Laurie Grace y Pete Samek
26	Jessie Nathans
27	Gideon Mendel, Network Matrix
38-39	Tomo Narashima
40	Imagen en blanco y negro cortesía del Buckminster Fuller Institute, Los Angeles; microfotografías de Lelio Orci
41	Lelio Orci
42-43	Tomo Narashima ( <i>arriba</i> ); Lelio Orci ( <i>abajo</i> )
47-48	Fuerzas Aéreas de EE.UU.
49	Fuerzas Aéreas de EE.UU. ( <i>arriba</i> ); Armada de EE.UU. ( <i>abajo</i> )
50-51	Oficina de Reconocimiento Nacional
52	Departamento de Defensa de EE.UU.
53	Oficina de Reconocimiento Nacional ( <i>izquierda</i> ); Administración Nacional Oceánica y Atmosférica ( <i>derecha</i> )
54-60	Michael Goodman
62-63	Karl Gude ( <i>izquierda</i> ); Jonas Rabinovitch, cortesía de la ciudad de Curitiba ( <i>derecha</i> )
64-65	Jonas Rabinovitch
66	Karl Gude ( <i>arriba</i> ); Jonas Rabinovitch ( <i>abajo</i> )
67-69	Jonas Rabinovitch
70-71	R. Jonathan Rehg; Philippe Hurlin/GLMR, Gamma Liaison ( <i>inserto</i> )
72-73	Robert Prochnov
76	Robert Prochnov
84	Michael Goodman
85	Johnny Johnson
87-88	Johnny Johnson

## COLABORADORES DE ESTE NUMERO

### Asesoramiento y traducción:

Ana María Rubio: *Epidemia africana de sida*; Esteban Santiago: *Vesículas y transporte intracelular*; Luis Bou: *Arte y ciencia del reconocimiento fotográfico, Juegos matemáticos y Hace...;* Juan Pedro Campos: *Los electrones en planilandia*; Joandomènec Ros: *Manglares del Caribe*; Santiago Torres: *Tendencias en genética: Información vital*; J. Vilardell: *Taller y laboratorio.*

**Ciencia y sociedad:** Josep M.<sup>a</sup> Palau y Joandomènec Ros

**Ciencia y empresa:** Manuel Puigcerver

## INVESTIGACION Y CIENCIA

DIRECTOR GENERAL Francisco Gracia Guillén

EDICIONES José María Valderas, *director*

ADMINISTRACIÓN Pilar Bronchal, *directora*

PRODUCCIÓN M.<sup>a</sup> Cruz Iglesias Capón

Bernat Peso Infante

Carmen Lebrón Pérez

SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez

EDITA Prensa Científica, S. A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> – 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*; Marguerite Holloway, *News Editor*; Ricki L. Rusting, *Associate Editor*; Timothy M. Beardsley;

W. Wayt Gibbs; John Horgan, *Senior Writer*; Kristin Leutwyler;

Madhusree Mukerjee; Sasha Nemecek; Corey S. Powell; David A. Schneider;

Gary Stix; Paul Wallich; Philip M. Yam; Glenn Zorpette

PRODUCTION Richard Sasso

CHAIRMAN AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER John J. Hanley

CO-CHAIRMAN Dr. Pierre Gerckens

## SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
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	9.700	17.800

### Ejemplares sueltos:

Ordinario: 800 pesetas  
Extraordinario: 1.000 pesetas

—Todos los precios indicados incluyen el IVA, cuando es aplicable.

—En Canarias, Ceuta y Melilla los precios incluyen el transporte aéreo.

—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.<sup>a</sup> – 08021 Barcelona  
Teléfono (93) 414 33 44

## PUBLICIDAD

GM Publicidad  
Francisca Martínez Soriano  
Menorca, 8, bajo, centro, izquierda.  
28009 Madrid  
Tel. (91) 409 70 45 – Fax (91) 409 70 46

### Cataluña y Baleares:

Miguel Munill  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona  
Tel. (93) 321 21 14  
Fax (93) 414 54 13

Difusión controlada

Copyright © 1996 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

Copyright © 1996 Prensa Científica S. A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> 08021 Barcelona (España)

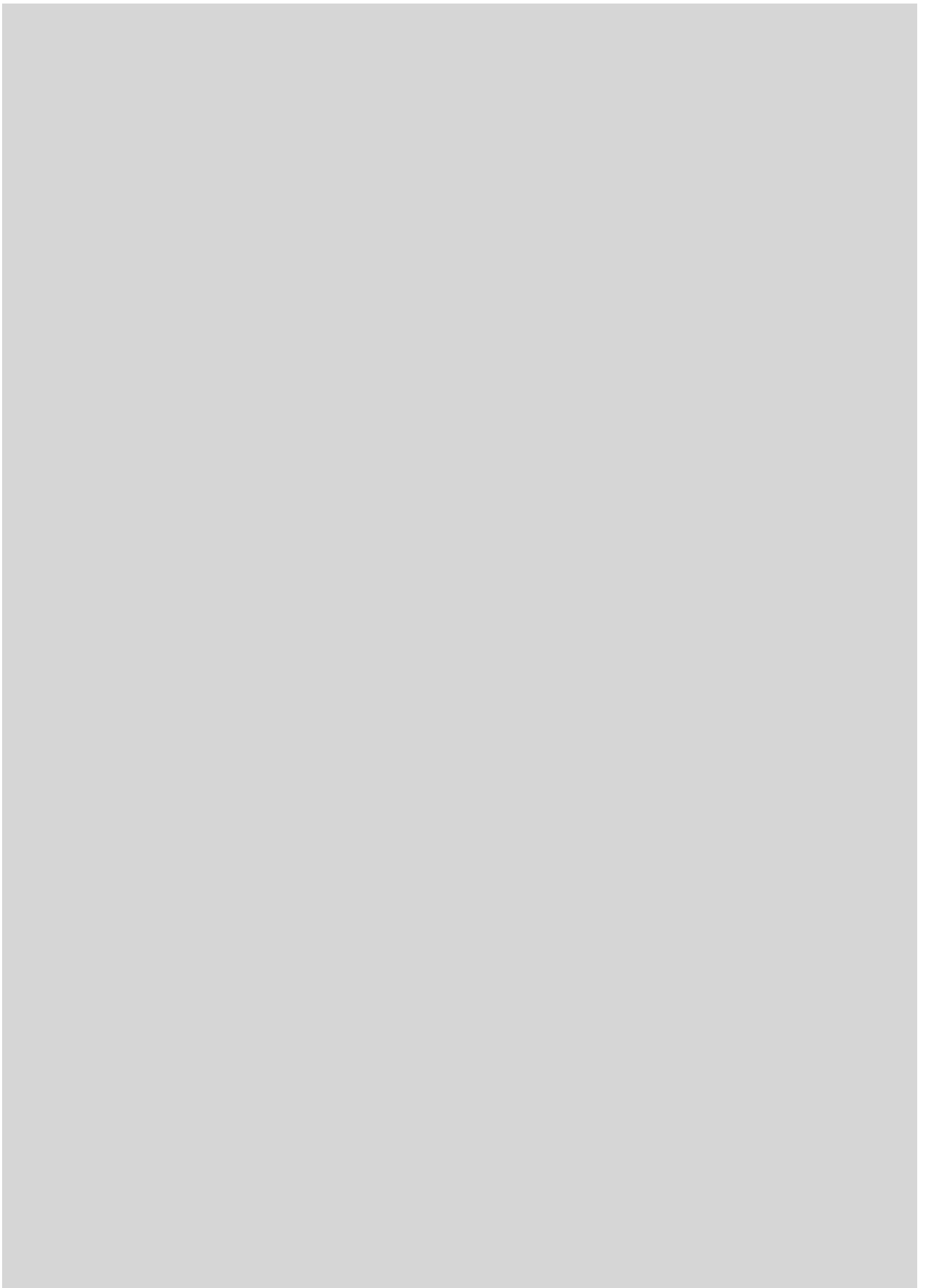
Reservados todos los derechos. Prohibida la reproducción en todo o en parte por ningún medio mecánico, fotográfico o electrónico, así como cualquier clase de copia, reproducción, registro o transmisión para uso público o privado, sin la previa autorización escrita del editor de la revista. El nombre 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 fotocompos reproducidos por Scan V2, S.A., Avda. Carrilet, 237 – 08907 L'Hospitalet (Barcelona)

Imprime Rotocayfo, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España



# Hace...

...cincuenta años

SCIENTIFIC AMERICAN: «La televisión en color asoma con fuerza en el horizonte de la radio. La tiene la RCA, aunque considera que aún no puede comercializarse; Columbia Broadcasting System quiere el color a toda costa; Zenith Radio dice que va a producir sólo receptores de televisión en color; y el público espera con mayor o menor paciencia en qué va a parar todo esto.»

«Fundando sus previsiones en precios de 15 dólares la tonelada de carbón, los expertos en energía atómica predijeron no hace mucho que la energía atómica podría, en un plazo de tres a veinticinco años, empezar a competir económicamente con el carbón para la producción industrial de energía eléctrica. Según un director del Instituto del Carbón Bituminoso, el precio indicado es desmesurado, pues en la actualidad se está suministrando el carbón a los productores de energía eléctrica a precios cuyo promedio nacional es inferior a 6 dólares la tonelada; por tanto, se tardará “algo así como dos o tres generaciones antes de que el carbón bituminoso haya de temer algo de la energía atómica.”»

...cien años

SCIENTIFIC AMERICAN: «La primera solución verdaderamente práctica al problema del vuelo artificial ha sido conseguida por el profesor Samuel Langley, secretario de la Institución Smithsonian. El profesor Alexander Bell des-

cribe así los experimentos, realizados con éxito cerca de Occoquan, en Virginia, el 6 de mayo: “El aerodromo, esto es, la máquina voladora en cuestión, era de acero y estaba impulsada por un motor de vapor. Tal un pájaro enorme, elevóse en el aire con extrema regularidad trazando amplias curvas, volando sin cesar hacia arriba en una trayectoria espiral, hasta alcanzar una altura de unos 30 metros tras un curso de unos 800: hasta que se agotó el vapor y se detuvieron las hélices que movía. Entonces, para ulterior sorpresa mía, el conjunto, en lugar de caer pesadamente, se posó con tanta lentitud y elegancia como pudiera hacerlo un pájaro.” Las superficies de sustentación tienen algo más de 5 metros de punta a punta.»

«Las máquinas reproductoras de sonido no son menos maravillosas que los aparatos para transmitirlo, y aunque la máquina parlante pudiera no hallar tan amplio campo de aplicación como el teléfono, tal vez sea más interesante e instructiva. El grabado adjunto ilustra el gramófono en su última versión, obra del inventor Emile Berliner. Lo mueve una correa que rodea la polea grande sobre el eje de la manivela, que se acciona a mano. Sobre el plato giratorio se



La nueva máquina parlante

coloca el disco de goma endurecida, que contiene la grabación. La caja de sonido está montada sobre un brazo oscilante, que sostiene también el resonador

cónico. Con cinco minutos de práctica, hasta un niño puede manejarlo y reproducir con afinación perfecta una canción o una pieza de una banda.»

«Año tras año, las leyes de las galernas se van comprendiendo mejor merced a los infatigables esfuerzos del servicio hidrográfico de los Estados Unidos. Mal puede el hombre de tierra adentro apreciar

lo que el gobierno ha hecho para proteger de peligros a los barcos. La medición de las tormentas requería la obtención de datos fiables sobre amplias extensiones oceánicas. A falta de estaciones telegráficas, fueron entregados formularios para el registro de observaciones a todos los capitanes de los navíos que tocaron cualquier puerto norteamericano, que debían cumplimentar y remitir a Washington. En pago a tal labor, cada capitán recibía gratuitamente la Carta Mensual del Piloto. A partir de la pila de datos recibidos se construyó un mapa de cada tormenta, y se prepararon instrucciones que les son proporcionadas a los navegantes cuando se encuentran una tormenta en el mar.»

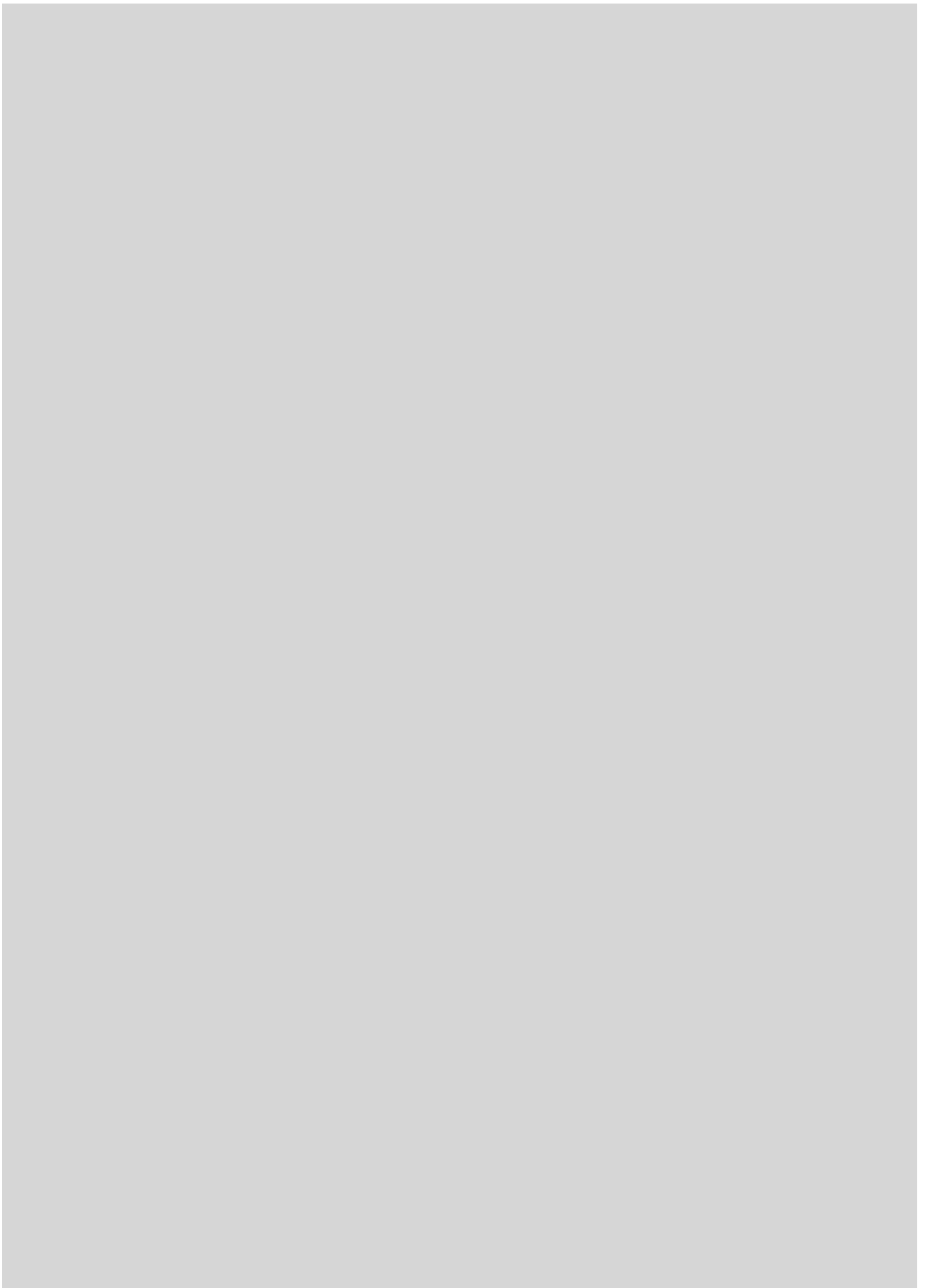
«La Sociedad Médica de Berna ha inaugurado un plan para suprimir de la prensa las reseñas de suicidios, habiéndose observado que las epidemias de suicidios son provocadas por “sugestión”, fruto de las descripciones de la prensa.»

...ciento cincuenta años

SCIENTIFIC AMERICAN: «*Cuadrúpedos de Norteamérica*, de Audubon. —Esta gran obra, cuya publicación está en curso (más de la mitad hállase terminada ya) es de valor para el naturalista, amén de interés más que ordinario para el público general. Los dibujos son de Audubon; su vivacidad y verismo superan cuanto hayamos visto, sin excepción siquiera de su otra obra, *Aves de América*. En algunos animales —el mapache, por ejemplo— el pelaje se ha trabajado con tal exquisitez y transparencia que induce a creer, a primera vista, que está adherido, en lugar de pintado sobre una superficie plana.»

«Existe una abundancia de calórico en los elementos comunes, que podría ser beneficiado a bajo costo, de ser hallado un método expeditivo y barato de liberarlo de su estado latente. Y tal vez llegue un tiempo en que sea el *agua* el combustible más barato, y pueda hacerse que nos procure luz y calor. Al calórico latente se le suele denominar calor latente, aunque nosotros pensamos que *no* es calor en sentido alguno, en tanto no es liberado y hecho palpable.»





# Manglares del Caribe

*Pese a su ubicuidad y su posición prominente entre la tierra y el mar, estos ecosistemas tropicales encierran todavía innumerables sorpresas para los investigadores*

Klaus Rützler e Ilka C. Feller

Un bosque de árboles mellados y retorcidos que surgen de la superficie del mar, raíces ancladas en fango profundo, negro y maloliente, copas verdes que se elevan hacia un sol deslumbrante, y con insectos zumbando por todas partes. Estas son las primeras impresiones que un visitante recibe conforme se acerca a uno de los paisajes habituales de las costas tropicales: un manglar. Tierra y mar se entretujan allí donde la línea que divide el océano y el continente se difumina. En este entorno, el biólogo marino y el ecólogo forestal deben trabajar en los límites extremos de sus disciplinas respectivas.

Hace tiempo que los naturalistas tratan de definir, en términos ecológicos adecuados, el ambiente de un manglar. ¿Se trata de una forma extrema de arrecife coralino o de un bosque costero inundado? Si se compara con las áreas forestadas tropicales del interior de algunos continentes (que pueden albergar hasta

100 especies de árboles en una sola hectárea), un manglar resulta insignificante, monótono y depauperado. La entera costa del Indopacífico, que es bastante rica, sólo puede presumir de unas 40 especies de mangle, los árboles típicos de los manglares. En el hemisferio occidental sólo hay unas ocho especies de mangle. Y de este pequeño conjunto, sólo tres especies son realmente comunes.

La palabra "mangle" encierra cierta equivocidad. No remite a ningún grupo taxonómico formal, sino que se aplica a plantas vasculares que comparten diversos mecanismos fisiológicos para vivir en agua marina somera. Por ejemplo, los manglares excluyen la sal de sus tejidos o la excretan. Pueden asimismo producir raíces aéreas que permiten el intercambio de gases para la respiración aerobia. Esta adaptación permite la supervivencia de los árboles a pesar de hallarse firmemente enraizados en suelos intermareales desprovistos de oxígeno. Aunque no necesitan para

su desarrollo un hábitat salado, las comunidades de manglares se forman sólo cerca del mar porque no pueden competir con éxito con la flora de aguas dulces.

Los manglares requieren, además, condiciones relativamente suaves. Lo mismo que los corales, no pueden sobrevivir allí donde la temperatura media del agua descienda por debajo de unos 23 grados Celsius. Tal exigencia explica el que encontremos, a lo largo de los litorales tropicales, bandas de manglares y de arrecifes coralinos que crecen principalmente en fajas paralelas. Pero las desviaciones de este modelo simple son frecuentes. Por ejemplo, las costas sometidas de continuo a grandes entradas de sedimento (como el litoral de África occidental) y las zonas de surgencia de aguas profundas y frías hacia la superficie (como las aguas costeras frente a Venezuela oriental) carecen de arrecifes coralinos, pero pueden sustentar manglares extensos. A la inversa, ciertas islas coralinas



**1. LAS COSTAS TROPICALES** de todo el mundo suelen estar bordeadas por manglares (*arriba*). Los manglares, árboles tolerantes a la sal, medran en riberas donde la temperatura media se mantiene suficientemente cálida. Los autores realizan su investigación en los manglares del arrecife barrera que bordea Belize (*encuadre*). Bajo la bóveda umbría de los árboles

y alrededor de las raíces de los manglares, permanentemente sumergidas, estos manglares (*página siguiente*) albergan ricas comunidades de plantas y animales. En los pantanos de manglar medra, asimismo, un grupo característico de organismos que se han adaptado a la vida en el estrecho intervalo entre los niveles superior e inferior de las mareas.

del Pacífico central carecen de un borde acompañante de manglares, por la razón manifiesta de que los propágulos flotantes que sirven de semillas para estos árboles no pueden alcanzar esos remotos lugares.

Los manglares se inscriben en dos categorías generales de clasificación: continentales e insulares-oceánicos. Pertenecen a los primeros las comunidades que bordean las costas continentales y que, por ello, se encuentran permanentemente encajadas entre el agua salada del mar y el agua dulce aportada por los ríos del interior. De ahí que los manglares continentales tengan que habérselas con una variación pronunciada de salinidad a lo largo de toda su extensión. Esta situación difiere bastante de la que caracteriza a los manglares insulares-oceánicos, que se forman en plataformas someras o en áreas lagunares alejadas del continente. Suelen estar menos afectados por el agua dulce transportada lateralmente que por los cambios intermitentes de salinidad que resultan de la intensa evaporación o de los frecuentes chubascos tropicales.

Aunque el interés por la biología de los manglares se remonta por lo menos a las expediciones de Alejandro Magno al mar Arábigo, el conocimiento científico de este ecosistema intrigante sigue siendo rudimentario, y la mayoría de las preguntas clave siguen sin respuesta. ¿Son los manglares tan ricos y productivos como otros ambientes tropicales? Su papel en la protección de etapas juveniles de peces, ¿es en realidad tan importante como se ha sugerido? ¿Sirven los manglares para salvar de la erosión la línea de costa? Pese al estudio tenaz de los expertos, no se acababa de entender el funcionamiento armónico de los diferentes componentes de sistemas naturales tan complicados.

Ante los magros resultados obtenidos por una investigación dispersa, decidimos acometer una campaña a largo plazo y ceñida a un lugar. Nos propusimos abordar la biodiversidad y la ecología de una zona accesible: el espectacular arrecife barrera que está frente a la costa de Belize. Desarrollamos nuestro trabajo de campo asentados en una estación permanente situada en una minúscula isla coralina a unas 10 millas mar adentro. Uno de nosotros (Rützler) descubrió el lugar cierta mañana de febrero de 1972, durante una excursión realizada con Arnfried Antonius.







KLAUS RÜTZLER e ILKA C. FELLER estudian los manglares desde puntos de vista complementarios. Rützler es biólogo marino, Feller ecóloga forestal. Rützler, que se doctoró por la Universidad de Viena, en 1965 se incorporó al Museo Nacional de Historia Natural de la Institución Smithsonianiana. Feller se halla adscrita al Centro de Investigación Ambiental de la Smithsonianiana en Edgewater.

2. LAS ISLAS de Carrie Bow (*en primer término*) y Twin Cays (*centro*) han servido de base permanente y laboratorio natural para los autores. Las líneas de trazos sobre el fondo de la laguna revelan las cicatrices abiertas en las praderas de fanerógamas marinas; en ellas, a lo largo de los años sesenta, los equipos de prospección petrolífera utilizaron explosivos para efectuar estudios de sísmica.

Habíamos alquilado una barquita en la metrópoli, Belize, a 50 millas al norte. Buscábamos un paso entre los bajíos, a través del cual habíamos navegado antes varias veces. Pero la tripulación no estaba familiarizada con las aguas de la zona y se extravió. A medida que el motor nos impulsaba mar adentro podíamos oír el ruido de chapoteo del oleaje al romperse sobre el coral somero, pero ninguna de las dos islas que aparecieron ante nosotros se parecía a lo que recordábamos de nuestras visitas anteriores. Distinguimos varios edificios en la menor de ellas. ¿Qué sería esa muestra de civilización en medio de un entorno silvestre y bastante remoto? Amarramos la embarcación en el muelle de hormigón de la isla y nos dirigimos hacia la mayor de las casas. No había habitantes que nos recibieran (aparte de unos pocos pelícanos a los que nuestra presencia perturbó ligeramente), pero del

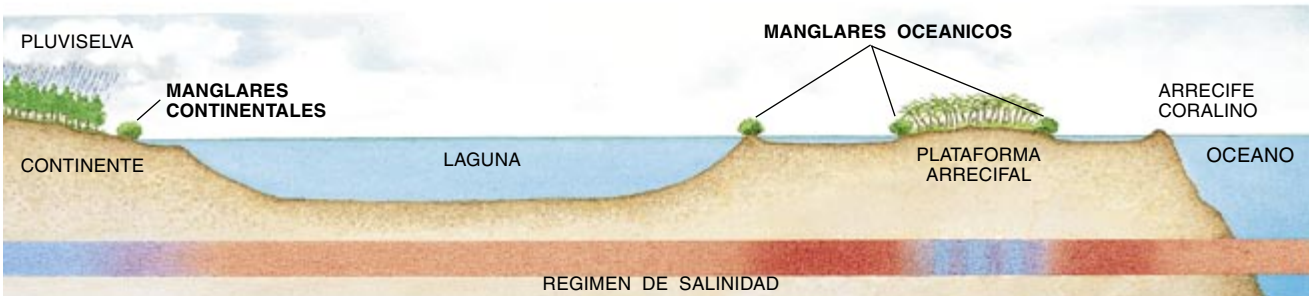
dintel de la puerta principal colgaba un rótulo: “Bienvenidos a la isla de Carrie Bow”.

No sabíamos entonces que este grano de arena con tres casitas y dos cobertizos era propiedad de Henry T. A. Bowman, un plantador de cítricos apasionado por el mar que había adquirido la isla en 1943 con el fin de construir una casa de verano para su esposa, Carrie. Como tampoco podíamos imaginar que, al cabo de ocho años, el interés de la familia Bowman por las ciencias naturales y su apoyo transformarían este rincón escondido de descanso en laboratorio permanente, laboratorio que desde entonces ha recibido a más de 70 científicos procedentes de 40 instituciones, lo que ha permitido llevar a cabo cientos de estudios de los arrecifes de los alrededores.

Al disponer de la isla de Carrie Bow como base, centramos nuestro examen de los manglares en los cer-

canos Twin Cays (Cayos Gemelos), zona de manglar prácticamente intacta que cubría más de un kilómetro cuadrado de una laguna somera. Hoy superan la veintena el número de investigadores del Museo Nacional de Historia Natural (de la Institución Smithsonianiana) que estudiamos de forma sistemática las comunidades del manglar de Twin Cays. A los que debemos sumar una cifra similar de colegas de instituciones colaboradoras de las dos Américas, Europa y Australia.

Los manglares de Twin Cays pertenecen al tipo insulares-oceánico. La distribución de los manglares, dispersos entre los retazos de arrecife, nos sugería que los árboles que colonizaron Twin Cays podían haberse instalado sobre distintos grupos de corales. Idea que se rechazó tras la exploración sedimentológica de Ian G. Macintyre. Varios “testigos de vibración” (muestras geológicas obtenidas al introducir un tubo vibrante en el interior del fondo sedimentario no consolidado) revelaron que los manglares de Twin Cays no iniciaron su formación sobre coral. La comunidad del manglar se estableció hace unos 7000 años sobre lo que era una simple elevación de terreno. Desde entonces, el manglar ha venido construyendo un cimiento de siete metros de suelo turboso, en respuesta al nivel creciente del mar.



3. EL ARRECIFE BARRERA DE BELIZE está separado de la costa por una laguna amplia y somera. Las comunidades de manglares continentales (*izquierda*) soportan un gradiente lateral permanente de salinidad de las aguas, allí donde el

agua dulce (*color azul en la banda*) da paso a condiciones salinas (*rojo*). Los manglares situados en aguas exteriores (*derecha*) se hallan sometidos con más frecuencia a fluctuaciones erráticas en la salinidad.