

# INVESTIGACION *y* CIENCIA

LA MAQUINARIA INTERNA DEL SOL

EL PROBLEMA DE LA OBESIDAD

MAS VELOZ QUE LA LUZ

Edición española de  
**SCIENTIFIC  
AMERICAN**



ARENAS DEL MUNDO

OCTUBRE 1996  
800 PTAS.

4

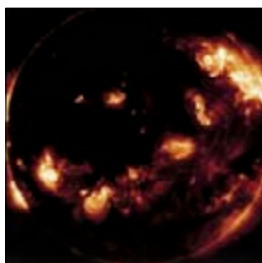


## Tarjetas versátiles

*Carol H. Fancher*

A diferencia de las tarjetas ordinarias de banda magnética, estos ordenadores del tamaño de una tarjeta de crédito pueden servir de “billeteos electrónicos” para realizar compras, guardar el historial médico o incluso desviar llamadas telefónicas. Probad a su utilidad, tal vez logren por fin más amplia aceptación en otras partes.

12



## La dinamo estelar

*Elizabeth Nesme-Ribes, Sallie L. Baliunas y Dmitry Sokoloff*

Los fluidos que componen el Sol generan un campo magnético poderosísimo que emerge a través de la superficie y forma las manchas solares. Los ciclos de esta dinamo natural alteran la temperatura de la Tierra. Los autores exponen una nueva concepción del Sol, surgida a partir del estudio de las fluctuaciones del magnetismo y el brillo estelar.

20

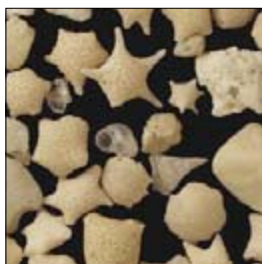


## Gradientes organizadores del desarrollo del embrión

*Christiane Nüsslein-Volhard*

El huevo fecundado de la mosca del vinagre se divide y organiza para dar lugar a un organismo formado por billones de células. ¿De dónde proviene tanta complejidad? Esta investigadora, laureada con el premio Nobel, explica cómo surgen, durante el desarrollo del embrión, gradientes químicos de sustancias llamadas morfógenos que le proporcionan su forma.

42



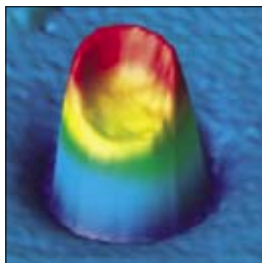
## CIENCIA EN IMÁGENES

### Arenas del mundo

*Walter N. Mack y Elizabeth A. Leistikow*

“Un mundo en un grano de arena” no es mera fantasía poética. La arena, vista al microscopio, revela ser un material adorable de enorme diversidad, que refleja en sus contornos y en su composición millones de años de historia.

48



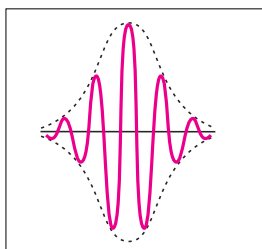
## Superconductividad a altas temperaturas

*John R. Kirtley y Chang C. Tsuei*

Se descubrió hace diez años que determinados materiales cerámicos podían transmitir la electricidad, sin oponer resistencia, a unas temperaturas bastante altas. Las teorías tradicionales de la superconductividad no pueden explicar este fenómeno. Las investigaciones en curso estrechan el cerco a las respuestas.

**54****Los secretos de la cerveza de alambique***Jacques De Keersmaecker*

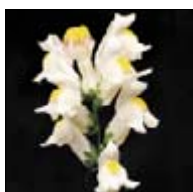
Entre las innumerables técnicas aplicadas en todo el mundo para elaborar cerveza, ninguna más insólita que la que produce esta rareza belga. Durante la fermentación, levaduras y bacterias actúan para crear la compleja química orgánica que confiere a la cerveza de alambique su rico aroma.

**62****Velocidades superlumínicas y causalidad***Rolf Tarrach*

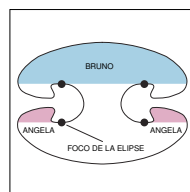
La teoría einsteiniana de la relatividad prohíbe que las partículas y las ondas se propaguen con velocidad superior a la que porta la luz en el vacío. La mecánica cuántica admite, en cambio, que puede violarse ese principio. ¿Cómo explicar el fenómeno? ¿Qué implicaciones comporta para la noción de causalidad?

**70****TENDENCIAS EN MEDICINA****La obesidad***W. Wayt Gibbs*

La obesidad se ha convertido en una plaga del mundo industrializado. No puede culparse a la pereza y glotonería. Los problemas relacionadas con el peso están a menudo enraizados en la genética y en la fisiología.

**SECCIONES****3** Hace...**28** Perfiles**30****Ciencia  
y sociedad**

Genética floral.

**84** Taller y laboratorio**87****Juegos  
matemáticos**

Un poco de oscuridad.

**40** De cerca**90** Libros**78** Ciencia y empresa**96** Ideas aplicadas



**Portada:** Laurie Grace.  
Fotografía de Christopher Burke,  
Quesada/Burke Studios

## PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES

Página	Fuente
4-5	Erik S. Lesser; Beth Phillips ( <i>arriba, derecha</i> )
6-7	Michael Goodman ( <i>arriba</i> ); Mondex ( <i>abajo</i> )
8	Lisa Burnett
9	Michael Goodman
12-13	IBM Research y Observatorio Astrofísico Smithsonian
14-15	( <i>arriba</i> ) Observatorio Solar Nacional/Sacramento Peak; Observatorio Nacional de Astronomía ( <i>inserto</i> ); ( <i>abajo</i> ) NOAA; Peter Samek, <i>Slim Films</i> ( <i>gráfica</i> ); Observatorio de París
16-17	Peter Samek, <i>Slim Films</i>
18	Observatorio Monte Wilson HK Project; Peter Samek, <i>Slim Films</i>
20	Cortesía de Christiane Nüsslein- Volhard
21	Jeremy Burgess <i>Science Photo Library, Photo Researchers, Inc.</i> ; Christiane Nüsslein-Volhard ( <i>inserto</i> )
22-26	Christiane Nüsslein-Volhard ( <i>fotografías</i> ), Laurie Grace ( <i>dibujos</i> )
42-43	Andrew Paul Leonard <i>APL Microscopic</i> ; manipulación digital de Laurie Grace ( <i>foto del fondo</i> ); Walter N. Mack
44-47	Walter N. Mack; Dan Wagner ( <i>fotografías inferiores</i> ); Peter Yates <i>SABA (foto del autor)</i>
48	Clifford A. Pickover, IBM Research
49	IBM Research
50	John R. Kirtley
51	Jared Schneidman Design ( <i>arriba</i> ); Clifford A. Pickover, IBM Research ( <i>abajo</i> )
52-53	Jared Schneidman Design
54-55	Quesada Burke Studios
56-59	Bert Van Den Brouke; Jared Schneidman Design ( <i>gráfica</i> )
63-69	Rolf Tarrach
70-71	Cortesía de Lucy D. Lustig-Curtis
73	Jana Brenning ( <i>arriba</i> ); John Annerino ( <i>abajo</i> )
75	Lunar Corporation
76	Laboratorio Jackson
84	Bryan Christie
85	Johnny Johnson
87-89	Johnny Johnson
96	Liberty Belle Books ( <i>arriba</i> ); Tomo Narashima ( <i>izquierda</i> ); Laurie Grace ( <i>derecha</i> )

## COLABORADORES DE ESTE NUMERO

### Asesoramiento y traducción:

Luis Bou: *Tarjetas versátiles, Arenas del mundo, De cerca y Juegos matemáticos*; Mónica Murphy: *La dinamo estelar*; Ernesto Sánchez-Herrero: *Gradientes organizadores del desarrollo del embrión*; Juan Pedro Campos: *Superconductividad a altas temperaturas*; Eugenio Portela: *Los secretos de la cerveza de alambique*; Esteban Santiago: *La obesidad*; J. Vilardell: *Hace..., Taller y laboratorio e Ideas aplicadas*; Angel Garcimartín: *Perfiles*

**Ciencia y sociedad:** 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 y Timothy M. Beardsley, *Associate Editors*;

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

PUBLISHER John J. Moeling, Jr.

## 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, semisótano, 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 fotocopios 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: «En la generación de electricidad, el precio del combustible es una cifra tan baja en comparación con los gastos globales que las centrales nucleares, según una estimación reciente de Westinghouse, reducirían en muy poco las facturas de la electricidad doméstica. Las inversiones que requieren las centrales generadoras y distribuidoras, y el mantenimiento de las instalaciones, son muchísimo más elevadas que la cuenta de combustible.»

«Para conseguir una medida rápida y exacta del modo en que los materiales se comportan al formar parte de un sistema unitario, se están utilizando algunos dispositivos insólitos. La puerta de una nevera, por ejemplo, puede que tenga un aspecto agradable y funcionar perfectamente varias veces, pero ello no asegura que funcione satisfactoriamente durante muchos años. Por tanto, en vez de esperar a que un ama de casa esté abriendo y cerrando la nevera hasta morir, se ha construido una máquina que ejecuta esa operación sin parar veinticuatro horas al día hasta que se avería. Así, merced a este robot cierrapuertas, se consigue reducir a 12 días el equivalente a 15 años de la vida útil de una puerta.»

«“Profesor, no veo la pizarra”, era una queja habitual en el colegio Bowditch, de Salem (Massachusetts), antes de que el aula n.º 4 pasara a convertirse en objeto de un experimento sobre iluminación de aulas escolares. Elementos clave para mejorar la visión son unas lámparas fluorescentes triangulares que producen una distribución asimétrica de la luz, con la máxima iluminación dirigida hacia la pizarra. Cuando las lamas de las ventanas no bastan para controlar el resplandor del firmamento, las lámparas fluorescentes son encendidas y apagadas por un “monitor”, quien no es sino uno de los alumnos que actúa según las indicaciones de un luxímetro montado en su pupitre.»

## ...cien años

SCIENTIFIC AMERICAN: «El ciclismo, hasta ayer afición de unos pocos, es hoy un pasatiempo de la mayoría. Pero ese progreso ha ido acompañado de incontables víctimas. En cuanto alcanza la cresta de un monte, el ciclista imprudente parece sentirse impulsado a levantar los pies de los pedales y dejar que la máquina descienda ladera abajo con toda la rapidez que le permita la gravedad. Un buen freno instalado sobre la rueda trasera reduciría el número de accidentes debidos a esta causa, pero existe la idea desafortunada de que un freno añade un peso incómodo a la máquina.»

«*Leydenia gemmipara* Schaudinn es el nombre dado a un rizópodo ameboideo parasitario que los sabios berlineses acaban de descubrir en un fluido extraído a enfermos de cáncer de estómago y del que creen ser la causa de la enfermedad.»

«Una nueva variedad de vidrio de ventana, invento de Richard Szgmondy, de Viena, posee la peculiar virtud de que no conduce los rayos térmicos. Una hoja de este vidrio de 6,5 mm de grueso absorbe el 87 por ciento del calor que incide en él, en contraste con el vidrio cilindrado común que absorbe sólo alrededor del cinco por ciento. Si el vidrio de Szgmondy es opaco a los rayos térmicos, será capaz de mantener fresca una casa durante el



Escudo contra el Fuego

verano y tenderá a hacerla más cálida en el invierno.»

## ...ciento cincuenta años

SCIENTIFIC AMERICAN: «El magnetismo con sus pretendidas ventajas de insensibilizar a las personas frente al dolor es probable que sea sustituido por un descubrimiento del doctor William T. G. Morton, de Boston. Se trata sencillamente de un gas o vapor, que inhalado en una pequeña cantidad, torna inconsciente en el acto al paciente, haciendo a éste insensible al dolor, brindando así oportunidad para ejecutar sin incomodidad las más difíciles y por demás dolorosas operaciones quirúrgicas.»

«Jean Baptiste Fourier estableció que hay tres estados en que existen los cuerpos materiales y demostró que cuando un sólido o un líquido (como el hierro fundido) se pone incandescente, la luz que emite está polarizada, y que la luz de los gases incandescentes no está polarizada. Ahora M. François Arago, con sagacidad, ha establecido que la luz solar no está polarizada, con la inevitable conclusión de que la superficie del astro se halla cubierta de una atmósfera de llamas.» [N. de la R.: *El plasma, cuarto estado de la materia, no se descubrió hasta 1952. Desde luego que la superficie solar desprende luz no polarizada pero en realidad está compuesta de plasma.*]

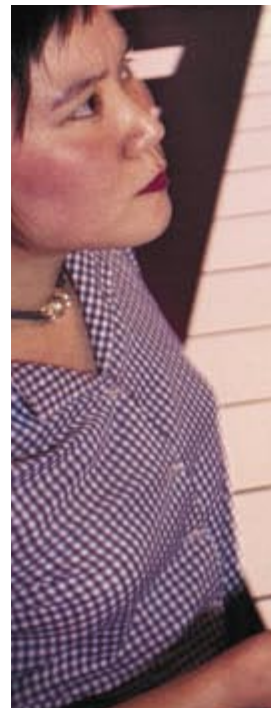
«Nuestro grabado representa un invento reciente, el Escudo contra el Fuego, cuyo objeto es proteger a los bomberos del excesivo calor de las llamas mientras actúan en su valiente profesión. La cabeza es más sensible al calor que cualquier otra parte del cuerpo, muchas veces obligando a los bomberos a mantenerse apartados, cuando, si pudieran protegerse los rostros, podrían acercarse mucho más a las llamas con el posible resultado de salvar bienes valiosos. A tal fin se ha construido una máscara de piel dura, provista de piezas de mica traslúcida a modo de gafas y un pequeño tubo contiguo a la boca para respirar.»

# Tarjetas versátiles

*Al aumentar el número de sus posibles aplicaciones, estos ordenadores de billetero se están abriendo paso sin llamar la atención*

Carol H. Fancher

Tanto ha avanzado la revolución de los semiconductores que la potencia de cómputo que en tiempos ocupaba una sala entera puede ahora quedar perdida en el fondo del bolsillo, entre la calderilla, las llaves de la casa o los envoltorios de caramelos. Desde hace más de 10 años se vienen utilizando en Europa tarjetas de crédito versátiles (llamadas "inteligentes" por abuso del lenguaje), dotadas de microcircuitos diminutos. Un juego de contactos normalizados, implantados en el anverso de la tar-



1. EN ATLANTA tuvo lugar el ensayo a gran escala de tarjetas versátiles. Se vendieron más de un millón durante los

Juegos Olímpicos. Las tarjetas se utilizaron para acceder a las instalaciones olímpicas y los restaurantes y tiendas de

jeta, suplementa o reemplaza la banda magnética codificada habitual en el reverso. No han faltado quienes opinasen que las tarjetas versátiles son una técnica en interminable búsqueda de aplicaciones de interés, pero las experiencias de varios países, distintas y divergentes, hacen ver que las cosas revisten mayor complejidad.

Resulta curioso que la política de telecomunicaciones haya venido siendo uno de los elementos decisivos en la difusión de las tarjetas versátiles. En los Estados Unidos,



**toda la ciudad. También los accesos al suburbano aceptaban las tarjetas.**

donde las llamadas telefónicas son baratas y la conexión a la red de equipos lectores de banda magnética es sencilla, la capacidad de las tarjetas versátiles para evitar defraudaciones no compensa necesariamente su más elevado costo. Los comerciantes, para verificar la validez de una tarjeta antes de cerrar una transacción, pueden consultar telefónicamente una base de datos centralizada. En Europa, donde las llamadas son, por lo general, más caras y la conexión a la línea telefónica de equipos dotados de módem es más difícil, la seguridad que aportan las tarjetas versátiles ha supuesto una importante fuerza motriz, que ha impulsado su introducción.

Gracias a las tarjetas versátiles los comerciantes no tienen necesidad de consultar "en línea" bases de datos centralizadas. Pueden confiar en números de identificación personal (PIN) para verificar la titularidad de una tarjeta: basta confrontar el número tecleado por el cliente con el registrado en la propia tarjeta. Los microcircuitos, por otra parte, son menos susceptibles de manipulación que las bandas magnéticas, cuya lectura y regrabación puede realizarse con equipos disponibles fácilmente.

Entre los motivos para introducir las tarjetas versátiles se cuenta la posibilidad de dar a una misma tarjeta una multitud de usos. En teoría, bastaría un solo rectángulo de plástico provisto de un microcircuito de silicio para proporcionar un documento de identidad personal, servir de tarjeta de crédito, de pase de acceso, ser portador de datos médicos esenciales y para reemplazar al dinero en efectivo en transacciones de poco importe. Otras posibles aplicaciones de las tarjetas versátiles dependen de la imaginación de los proveedores y de la aceptación de los consumidores. Al mismo tiempo que una misma tarjeta vaya incorporando más elementos de la vida de una persona se hará preciso encarar los problemas de seguridad y de respeto a la intimidad.

**E**l atractivo de las tarjetas versátiles aumenta parejamente a la reducción de los precios de las capacidades de proceso y de almacenamiento de los microcircuitos. Las tarjetas versátiles tienen dos ventajas sobre las de banda magnética. En primer lugar, pueden contener de 10 a 100 veces más información y conservarla mejor. En segundo, las tarjetas versátiles pueden, en conjunción con un terminal, ejecutar



**2 . L A S TARJETAS VERSÁTILES** están dotadas de memoria y de un microprocesador alojado bajo los contactos dorados. La posición de los contactos está normalizada, a fin de que tarjetas y equipos de lectura de muy diversas procedencias puedan operar conjuntamente.

tareas complejas. Pueden, por ejemplo, entablar con el terminal una serie de preguntas y respuestas que verifiquen la validez de la información contenida en la tarjeta y que certifiquen además la identidad del terminal de lectura. Una tarjeta que utilizase un algoritmo de este tipo podría convencer a un terminal local de que el titular dispone de fondos suficientes para abonar el importe de una transacción sin revelar ni el saldo ni el número de su cuenta bancaria. Según la importancia de la información de que se trate, la seguridad podría basarse en un simple número de identificación personal (PIN) como el utilizado por los cajeros automáticos, en un sistema de encriptación de nivel medio, como el DES (sigla de "Data Encryption Standard", estándar de encriptación de datos) o en un sistema criptográfico de alta seguridad, como los llamados de clave pública.

Introducidas en Europa a finales de los años setenta, se han producido ya más de 250 millones de tarjetas versátiles. La inmensa mayoría de los microcircuitos fabricados han ido a parar a tarjetas telefónicas de antepago, desechables, pero aun así, la

experiencia adquirida ha reducido los costos de manufactura, ha mejorado su fiabilidad y ha demostrado la viabilidad de las tarjetas. Está muy avanzada la elaboración de normas nacionales e internacionales que garanticen que las tarjetas (con sus programas para las muchas aplicaciones diferentes que puedan residir en ellas) y los terminales funcionen conjunta, segura e impecablemente. Así, por ejemplo, las normas establecidas por la Organización Internacional de Normalización, ISO, regulan la disposición de los contactos del anverso de las tarjetas versátiles, al objeto de que cualquier tarjeta y cualquier equipo lector puedan establecer conexión.

Se están desarrollando normas específicas para la utilización de tarjetas versátiles en telefonía celular digital, televisión por satélite o por cable y, obviamente, en las operaciones financieras. Visa, Mastercard y Europay han acordado normas comunes para las tarjetas versátiles, que definen los protocolos básicos de comunicación entre las tarjetas y los equipos de lectura (similares a las normas RS-232 que regulan la comunicación entre ordenadores personales y módem). Las normas son de la generalidad suficiente como para que los equipos y los programas que se atengan a ellas puedan intercambiarse casi cualquier tipo de información. En consecuencia, fruto de este acuerdo podría ser que bastase una sola tarjeta para hacer compras, retirar dinero de los cajeros automáticos, efectuar las bonificaciones a los pasajeros frecuentes de las líneas aéreas o acceder a Internet.

Aunque las normas dictan la forma de las tarjetas y los contactos eléctricos, la técnica que alberga su interior ha experimentado una evolución importante. Las tarjetas "con memoria" más sencillas contienen sólo memoria no volátil y un reducido número de circuitos lógicos destinados a seguridad y control. Su aplicación más típica son las tarjetas telefónicas de pago por anticipado. Un terminal situado en el teléfono público va inscribiendo un saldo decreciente en

CAROL H. FANCHER lleva cuatro años en Motorola trabajando en la definición y desarrollo del mercado de tarjetas versátiles. Antes había desempeñado funciones relacionadas con la ingeniería eléctrica, su especialidad, en Tracor, Ford Microelectronics y el Instituto Fraunhofer de Circuitos Integrados de Erlangen.

EMISION DE LA TARJETA



EXPENDEDOR DE TARJETAS



TARJETA VERSATIL

EL USUARIO REALIZA UNA COMPRA



**3. LAS TARJETAS DE EFECTIVO son equivalentes electrónicos del cheque de viaje. Pueden servir para abonar el importe de una comida rápida o el estacionamiento. Los consumidores adquieren en un expendedor tarjetas cargadas con un contravalor monetario, que utilizan después para transacciones al contado de**

la memoria de la tarjeta conforme se va acumulando el importe de las llamadas. Agotado el saldo, la tarjeta se desecha.

Las tarjetas versátiles son más elaboradas; están provistas de un microcircuito dotado de unidad central de proceso, así como diversas clases de células de memoria de corta o de larga duración. Ciertos prototipos incorporan también un circuito coprocesador especializado en operaciones criptográficas, sea para acelerar las tareas de codificación y decodificación de mensajes, sea para la generación de firmas digitales que certifiquen la información transferida. Las normas sobre tarjetas versátiles no establecen límites a la capacidad de procesamiento de la tarjeta en tanto los microcircuitos necesarios puedan quedar alojados en el espacio reservado bajo las pistas de contacto.

El costo de las tarjetas versátiles actuales, producidas por Giesecke & Devrient, Gemplus, Schlumberger, Solaic u otras empresas del sector, va desde unas 100 pesetas a unas 3000. [Los microcircuitos de su interior los fabrican Motorola, Siemens, SGS-Thompson y otras compañías.] Una tarjeta de banda magnética puede costar entre 10 y 50 pesetas, depen-

diendo de que la tarjeta lleve o no una fotografía o grabación holográfica, así como del número de las producidas en cada tirada.

Dado que las tarjetas dependen de una fuente de alimentación externa, proporcionada por la interfase del equipo de lectura, toda la información almacenada en memoria de acceso aleatorio (RAM) se perdería al retirar la tarjeta del lector. Por ello, los microprocesadores para tarjetas versátiles utilizan sólo algunos centenares de octetos de memoria volátil, que sirven de bloc de notas donde trabajar en las transacciones. En cambio, los programas que controlan las operaciones de la tarjeta han de sobrevivir de una utilización a otra, por lo que ocupan entre 3 y 20 kiloctetos de memoria de sólo lectura, no volátil (ROM). El contenido de esta memoria permanente queda establecido en la fabricación del microcircuito. Los datos personales, económicos o médicos residen en una memoria alterable pero no volátil (EEPROM, memoria borrable y programable eléctricamente, sólo de lectura) cuya capacidad puede variar desde 1 a 16 kiloctetos.

El imperativo de seguridad pesa en el diseño y manejo de la tarjeta, en los circuitos de que va dotada y en los programas incorporados en



## PROCESOS EN EL EQUIPO DE LECTURA

- 1 INSERCIÓN DE LA TARJETA
- 2 APLICACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA TARJETA
- 3 RECONOCIMIENTO Y MUTUA AUTENTIFICACIÓN DE LA TARJETA Y EL LECTOR
- 4 CONFIRMACIÓN DEL IMPORTE POR EL COMPRADOR
- 5 TRANSFERENCIA DEL MONTO DESDE LA TARJETA AL LECTOR
- 6 EL LECTOR ORDENA LA INSCRIPCIÓN EN LA TARJETA DEL NUEVO SALDO; LA TARJETA REDUCE SU VALOR POR EL IMPORTE DE LA COMPRA
- 7 CONCLUSIÓN Y EXPULSIÓN DE LA TARJETA

EL LECTOR TRASLADA LA INFORMACIÓN A UN BANCO; EL BANCO ACREDITA LA CUENTA DEL COMERCIANTE



LECTOR DE TARJETAS



pequeño importe. Los lectores de tarjetas transfieren periódicamente información a los bancos, acreditando las cantidades en la cuenta del vendedor, bien directamente o a través de una caja de compensación. Las tarjetas más evolucionadas son recargables; las más sencillas, agotado el saldo, se desechan sin más.

ella. Los procesadores están específicamente diseñados para restringir el acceso a la información que las tarjetas contienen y para impedir que éstas sean utilizadas por personas no autorizadas.

Los delincuentes, por ejemplo, podrían tratar de forzar la tarjeta, haciéndola funcionar con tensiones eléctricas o frecuencias de reloj distintas de las previstas, con la espe-

ranza de descubrir en ella puntos vulnerables de los que sacar partido. Un dispositivo bien diseñado habría automáticamente de dejar de responder en situaciones así. En ciertos casos, cabe diseñar los enlaces entre circuitos de modo que aquéllos queden inoperables tras la programación de la tarjeta, haciendo imposible la modificación de datos esenciales. Los fabricantes pueden también utilizar técnicas especiales de resistencia a manipulaciones que impidan a los ladrones lograr un acceso directo a los microcircuitos.

Aunque la mayoría de las tarjetas versátiles requieren contacto físico entre la tarjeta y las escobillas del lector, existe un número creciente de

**4. EN SWINDON, una ciudad inglesa, se está ensayando el Mondex, un sistema de "monedero electrónico" en el que tarjetas versátiles intercambian dinero digital. A diferencia de la mayoría de otros sistemas de valor depositado, Mondex permite que el dinero electrónico circule indefinidamente de mano en mano sin pasar por un depósito bancario. Alrededor de la cuarta parte de los habitantes de Swindon utilizan estas tarjetas en tiendas, restaurantes, lavanderías y quioscos de prensa. Este otoño empezará otro ensayo en Guelph, Ontario, donde incluso los parquímetros admitirán tarjetas.**

aplicaciones basadas en las llamadas tarjetas sin contacto. Las de corto alcance operan por acoplamiento capacitivo o inductivo entre el dispositivo lector y la tarjeta, con separaciones del orden de un milímetro; las de gran alcance se comunican mediante señales de radio. (La energía de radiofrecuencia emitida por el lector ha de alimentar la tarjeta, cuyo consumo eléctrico tiene que ser, por tanto, de una parquedad extrema.) Las tarjetas versátiles sin contacto suelen utilizarse en situaciones que exigen un procesamiento muy rápido, como es el caso de los controles de acceso a lugares muy concurridos. Los operadores de sistemas de tránsito de Hong Kong, de Washington capital, de Manchester y de una docena más de otras ciudades han ensayado las tarjetas sin contacto; Hong Kong emitirá alrededor de tres millones de tarjetas en 1997.

Los industriales y los usuarios están colaborando al objeto de poner a punto estándares duraderos para tarjetas de largo alcance sin contacto. También se están esforzando en normalizar tarjetas híbridas capaces de comunicarse tanto directamente como por radioenlaces. La compañía aérea Lufthansa ha comenzado ya a entregar una tarjeta híbrida a sus clientes habituales; la parte sin contacto sirve de tarjeta de identidad para su sistema de pasajes sin billete ni tarjeta de embarque y los contactos la convierten en una tarjeta de crédito inteligente acorde con las normas europeas. A finales de este año habrá en circulación unas 350.000 tarjetas de este tipo.

La tarjeta versátil es, por derecho propio, un gran logro técnico; constituye, sin embargo, la parte más identificable de un vasto sistema de transacciones que la rodea. Las peculiaridades de esta infraestructura pueden tener mucha más influencia en la evolución del papel de la tarjeta en la sociedad que las características de la tarjeta propiamente dicha.

Tomemos, por ejemplo, la tarjeta depositaria de efectivo, que constituye en el presente la aplicación más extendida de la combinación de tarjeta con microcircuito. Nace su atractivo de los elevados gastos generales de otras opciones, como las tarjetas de crédito o el dinero en billetes o monedas. Mientras el importe de la transacción sea bajo, los costos de verificación resultarán excesivos para consentir ganancia alguna si el pago se efectúa con tarjetas ordinarias. La tarjeta de efectivo minimiza el



coste de la transacción, pues está cargada con valor dinerario en lugar de actuar como mera indicatriz de una cuenta bancaria: transfiere el equivalente digital de las monedas o billetes a la "caja registradora" del comerciante, cuyo arqueo puede, más tarde, ingresarse en un banco. Los niños, los turistas y otras personas que no dispongan de cuenta bancaria en la localidad pueden servirse de estas tarjetas, cuya venta puede efectuarse incluso en máquinas expendedoras.

Las tarjetas de este tipo resultan particularmente atractivas para teléfonos públicos, pago de estacionamiento, fotocopiadoras y máquinas expendedoras, las cuales, eliminado el depósito para monedas, dejan de ser un objetivo tentador para ladrones y gamberros. Aunque sus "monederos digitales" todavía han de ser protegidos contra exacciones no autorizadas y contra el dinero electrónico falsificado, estos problemas parecen más sencillos de resolver que sus equivalentes con elementos materiales.

La eliminación del dinero tangible, sea en billetes o en moneda pica, podría evitar gastos nada despreciables. Los economistas estiman que el recuento, traslado, almacenaje y protección del dinero en efectivo supone alrededor del 4 por ciento del valor de todas las transacciones. También han de considerarse los intereses que se pierden al guardar el dinero en efectivo en lugar de ingresarlo en un banco. El Royal Bank de Canadá, que participa en ensayos con dinero digital en Ontario, mantiene en todo instante alrededor de mil millones de dólares al alcance de la mano.

En las tarjetas cargadas con efectivo, los costos por transacción tienden a ser inferiores a los de las tarjetas de crédito o del dinero ordinario, pero exigen una inversión inicial más elevada. Las tarjetas propiamente dichas son más caras y los primeros en propugnar su empleo tendrán que afrontar el costo de instalación de una infraestructura de equipos lectores. Además, será preciso modificar los programas informáticos diseñados para procesar transacciones con tarje-

tas de crédito o débito, capacitándolos para operar con las nuevas, más parecidos a una versión digital de los cheques de viaje. Un lector de tarjetas versátiles típico podría costar lo que valen los lectores de tarjetas magnéticas capaces de llamar a una compañía de tarjetas de crédito para la comprobación de transacciones.

Los precios de los lectores de tarjetas versátiles bajarán al aumentar el volumen de producción. Sin embargo, el coste de los equipos que es preciso instalar es importante. El número de tarjetas para pagos al contado está creciendo sin cesar; existen ya grandes programas en marcha o en proyecto en Estados Unidos, Australia, Canadá, Colombia, Chile, Dinamarca, España, Italia, Portugal, Reino Unido, Taiwan y otros países. El nivel de aceptación entre los consumidores no es el mismo en todos ellos. Las tarjetas ofrecen claras economías a bancos y a comerciantes, pero la traducción de tales ventajas en incentivos a los consumidores puede resultar difícil. Y los bancos nacionales de cada país se muestran comprensiblemente precavidos ante lo que de hecho supone un nuevo método de imprimir dinero, método sin reglas fijas que determinen qué autoridad garantiza su valor.

La mayoría de las tarjetas depositarias de efectivo que están en servicio son tarjetas desechables. Los dispositivos recargables funcionarían de igual manera a la hora de hacer las compras, pero habrían de contener programación adicional para permitir que el usuario transfiriera fondos a la tarjeta agotada. (La encriptación y otras técnicas de seguridad contribuirían a garantizar que las tarjetas fueran recargadas tan sólo mediante transacciones legítimas.) Citibank, Chase Manhattan, Visa y MasterCard están poniendo a punto un programa experimental para tarjetas de efectivo en la ciudad de Nueva York. Estas compañías van a proporcionar tarjetas versátiles recargables a unos 50.000 clientes; las tarjetas dispondrán también de bandas magnéticas ordinarias para las transacciones habituales. Alrededor de 500 tiendas, restaurantes y comercios de diverso tipo recibirán lectores capaces de aceptar transacciones con dinero electrónico. Para los recientes Juegos Olímpicos de Atlanta se emitió más de un millón de tarjetas versátiles, utilizables en los recintos olímpicos y en tiendas de las cercanías.

Cierto número de grupos están respaldando sistemas rivales para depositar valor dinerario en tarje-

## Algunas aplicaciones de las tarjetas versátiles

APLICACION Y LUGAR	NUMERO DE TARJETAS	ESTADO
<i>MasterCard Cash. Tarjeta de efectivo.</i> Canberra	Emitidas 10.000	Comenzada en marzo de 1996. Las tarjetas se admiten en 250 tiendas
<i>VisaCash. Tarjeta de efectivo.</i> Atlanta	Más de 1 millón	Utilizables en recintos olímpicos, en transportes públicos y en tiendas
<i>Proton. Tarjeta de efectivo.</i> Bélgica, Holanda, Brasil, Australia	Emitidas 90.000	En proceso de introducción a plena escala
<i>Tarjeta de identidad de la Seguridad Social.</i> España	Ya emitidas 500.000. Previstas 7 millones en 1997, 40 millones en el año 2001	En proceso de introducción a plena escala. La tarjeta facilita el acceso al Seguro de Enfermedad. Comprobación por huella dactilar almacenada
<i>Documento de identidad.</i> Corea del Sur	Ya emitidas 1500	Proyecto experimental. La tarjeta contiene la identificación personal, permiso de conducción, servicios médicos y de jubilación
<i>Tarjeta del Seguro de Enfermedad.</i> Alemania	Emitidas 80 millones	Programa iniciado en 1994. Sólo para identificación del beneficiario
<i>Tarjeta de información sanitaria.</i> Unión Europea	Serán emitidas 200.000. Inicio en 1996	Proyectos experimentales de tarjetas que sólo contengan datos esenciales para tratamientos médicos
<i>Tarjeta de transporte, sin contactos.</i> Hong Kong	Ya emitidas 20.000; 3 millones en 1997	Iniciado con carácter experimental en noviembre de 1995. En proceso de introducción
<i>Tarjeta de valor depositado y de identidad.</i> Universidad Washington en San Luis	Emitidas 12.500	Sistema en servicio. Las tarjetas operan en máquinas expendedoras, lavanderías y otros servicios de pequeño importe. También sirven de documento de identidad para el acceso a las instalaciones de la universidad

FUENTE: CardTech/SecurTech '96 Conference Proceedings, Atlanta

tas versátiles. Todos usan prácticamente los mismos equipos, pero su programación no es la misma. Los fabricantes de lectores de tarjetas están, en consecuencia, poniendo a punto equipos capaces de manejar múltiples protocolos. Todavía no está claro qué sistema será el preferido por los clientes; cada uno presenta ventajas peculiares y puntos flacos. Los protocolos para depositar efectivo utilizados en los programas experimentales de Nueva York y Atlanta, sea por caso, son relativamente sencillos, pero limitados. Así, no está previsto que se pueda rescindir o reemplazar el valor de una tarjeta robada o perdida. El sistema DigiCash, basado en complejos protocolos criptográficos, es seguro y no deja rastro de sus operaciones, pero exige mayor capacidad de cómputo y, por ende, sus tarjetas son más caras. El sistema British Mondex, entretanto, aspira a ser un sistema seguro y a gran escala para reemplazar monedas y billetes: el dinero electrónico puede circular indefinidamente de un usuario a otro sin pasar por un depósito bancario. Está en curso un ensayo en Swindon, en el sur de Inglaterra, y está dando comienzo otro en Guelph, en Ontario; con él se prevé que hasta los parquímetros aceptarán dinero digital.

**S**igno característico de la versatilidad de esta técnica, las tarjetas pueden portar información médica de importancia. La tarjeta puede almacenar datos sobre la cobertura del seguro. Puede facilitar también información clínica básica, como listas de sensibilidades a medicamentos, el nombre y el teléfono del médico del titular u otras informaciones esenciales en caso de urgencia. Una tarjeta versátil que contuviera la información de mayor relevancia sobre el tratamiento que está siguiendo el paciente puede facilitar mucho la atención médica, sin revelar detalles delicados de carácter reservado o de titularidad, suponiendo que las autoridades sanitarias tratasen de ubicar el historial médico completo del paciente en un microcircuito para facilitar su portabilidad.

De hecho, bastaría automatizar el proceso de inscripción del nombre del paciente y de los datos de su seguro o de su cuenta en los formularios médicos para hacer mucho más eficiente el procesamiento de su seguro. En Alemania han empezado a proveer a todos los ciudadanos de una tarjeta electrónica que contendrá la información básica relativa a su seguro de enfermedad; en Francia

se está investigando un programa similar.

En Francia y en Japón, los enfermos renales pueden disponer de una tarjeta versátil donde se recoge su historial de diálisis y los tratamientos prescritos. Estos enfermos suelen necesitar dos o tres sesiones semanales de diálisis; además de la máquina, en cada sesión se requieren un determinado conjunto de parámetros y una combinación específica de fármacos. Antes de la introducción de las tarjetas versátiles, los enfermos estaban obligados a acudir al centro de diálisis donde se guardaba y actualizaba su historial, pero ahora pueden gozar de libertad de desplazamiento. Los controles de seguridad incorporados en la tarjeta contribuyen a garantizar que nadie, excepto los médicos y otras personas autorizadas, pueda leer o actualizar la información relativa al tratamiento.

A causa de los costos de telecomunicación que entraña la verificación de las transacciones mediante tarjeta de crédito, tal vez resulte apropiado que una de las aplicaciones más innovadoras del dispositivo se encuentre en el corazón de una nueva generación de comunicaciones móviles. El sistema global de comunicación móvil (GSM) establece una normativa técnica para los teléfonos celulares digitales; alrededor de 10 millones de personas disponen de teléfonos GSM, siendo más de 85 los países donde ya está disponible el servicio o donde se está instalando. Cada teléfono GSM está diseñado para aceptar una tarjeta versátil que contiene información relativa al número de teléfono del titular de la tarjeta y del conjunto de servicios a los que puede acceder. A una ejecutiva que viaje a Bélgica le basta extraer en su casa la tarjeta versátil de su unidad GSM e insertarla en otra prestada o alquilada en el lugar de destino. Cuando alguien marca su número, el sistema de seguimiento localizará automáticamente el aparato que esté provisto de su tarjeta versátil, se encuentre donde se encuentre, y le pasará la llamada. La tarjeta versátil puede, además, encriptar la transmisión, impidiendo las escuchas accidentales posibles con teléfonos celulares de otros tipos.

Al igual que con otras aplicaciones de las tarjetas versátiles, los Estados Unidos van rezagados en servicios GSM con respecto a muchos países. Existen ya unos cuantos programas experimentales, pero no se espera un despliegue generalizado hasta 1997. Los sistemas GSM que están siendo



**5. LOS TELEFONOS CELULARES basados en la norma GSM carecen de vida faltos de una tarjeta versátil que se la infunda. La tarjeta contiene el número del abonado e información contable. Puede realizar también un procesamiento digital de la señal para codificar la conversación, frustrando así las escuchas que martirizan a los usuarios de teléfonos celulares analógicos.**

construidos allí operan a la frecuencia de 1,9 gigahertz, en lugar de los 1,8 habituales en otros países; utilizan además dos técnicas rivales e incompatibles. En consecuencia, los aparatos pueden resultar inservibles fuera de su ámbito. Las tarjetas versátiles que los animan tendrían, empero, que funcionar en todo el mundo.

Si las tarjetas versátiles pueden dotar de identidad a un dispositivo electrónico, ¿podrán servir también de credenciales infalsificables para las personas? Las tarjetas versátiles pueden portar muchísima más información que los rectángulos de cartulina o de plástico utilizados en documentos de identidad, permisos de conducción, tarjetas de seguros y otras. Y es probable que puedan portarla de modo mucho más seguro.

Las tarjetas de identidad suelen llevar una fotografía y una firma, para que las autoridades puedan comprobar que el portador y el titular son una misma persona. Las tarjetas versátiles pueden, para mejorar la seguridad, contener un número de identificación personal, pero también añadir un catálogo de identificadores biométricos de otros tipos: espectros de voz, huellas dactilares, barridos de la retina o del iris, pautas dinámicas de la

firma. Al serle presentada una tarjeta provista de un patrón de referencia, un ordenador puede determinar en qué medida concuerda su portador con ese patrón. En Holanda, las autoridades aduaneras han ensayado ya un sistema para acelerar en los aeropuertos las comprobaciones de identidad de los viajeros habituales. La persona apoya un dedo sobre una lámina de cristal y una cámara de vídeo capta su huella dactilar. Después, un ordenador coteja la imagen de vídeo con una huella de referencia almacenada en la tarjeta versátil. Estando la referencia en una tarjeta versátil, no es necesario conectar con una base de datos centralizada para la confirmación de identidad.

Estas técnicas de cotejo son imperfectas todavía. Las tarjetas versátiles funcionan bien, pero los algoritmos de extracción y comparación de patrones biométricos todavía son deficientes. Hay que decidir, además, si importa más rechazar a los impostores que garantizar que siempre sean aceptados los legítimos titulares: es improbable que una tarjeta que una vez al año someta a su portador a la embarazosa experiencia de un error de identificación consiga una aceptación generalizada.

Esta y otras consideraciones hacen pensar que las tarjetas versátiles han alcanzado un primer estadio de madurez técnica: el factor limitante en los sistemas que las utilizan no es ya su capacidad. Su futuro depende, en cambio, del diseño de su programación informática, de aspectos económicos, de problemas de responsabilidad legal y de respeto a la intimidad, de la aceptación de los consumidores y de una multitud de otros problemas de índole política o personal.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

A CHIP OFF THE OLD SECURITY BLOCK. Andrea McKenna Findlay en *Card Technology* (Faulkner & Gray), volumen 1, n.º 2, páginas 52-60; mayo-junio de 1996.

CRYPTOGRAPHIC SMART CARDS. David Naccache y David M'Raihi, en *IEEE Micro*, vol. 16, n.º 3, páginas 14-24; junio de 1996.

PUBLIC-KEY SECURITY SYSTEMS. Mahdi Abdelguerfi, Burton S. Kaliski, Jr., y Wayne Patterson, en *IEEE Micro*, vol. 16, n.º 3, páginas 10-13; junio de 1996.