

BARRERAS CONTRA EL SPAM • ASI NEGOCIAN LOS ANIMALES

# INVESTIGACION *y* CIENCIA

JUNIO 2005  
6,00 EUROS

Edición española de  
**SCIENTIFIC  
AMERICAN**

## LA GEODINAMO

**EL OTRO GENOMA**

**SUPERCONDUCTORES  
A ALTAS TEMPERATURAS**

**ORIGEN DE LA MATERIA**

**CALIDAD OPTICA DEL OJO**

**EL METODO BOTANICO  
DE CAVANILLES**



4

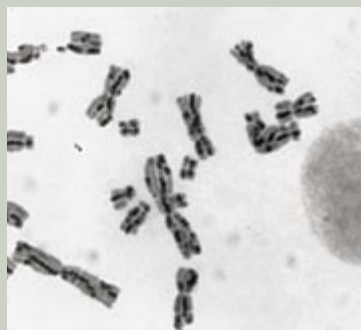
## APUNTES

Toxinas...  
Percepción...  
Física...  
Sociología de la ciencia...  
Astrofísica...  
Hermenéutica científica.

30

## CIENCIA Y SOCIEDAD

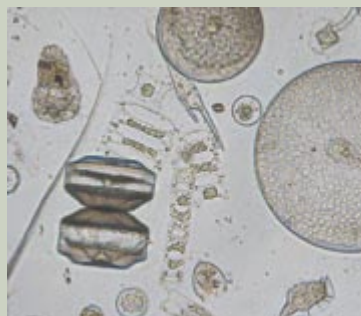
Transmisión de secretos nucleares...  
Metabolismo cerebral del alcohol...  
La naturaleza del ADN.



38

## DE CERCA

Temporal dentro del agua.



6

## Barreras contra el spam

*Joshua Goodman, David Heckerman  
y Robert Rounthwaite*

¿Qué puede hacerse para detener la oleada de mensajes indeseados en el correo electrónico?



22

## El otro genoma

*Gil Ast*

El viejo axioma "un gen, una proteína" ha dejado de tener vigencia. Cuanto más complejo es un organismo, tanta mayor probabilidad hay de obtener múltiples proteínas a partir de un solo gen.

40



## Así negocian los animales

*Frans B. M. de Waal*

Los humanos y otros animales comparten un patrimonio de actitudes relacionadas con las transacciones: la cooperación, la devolución de favores y el resentimiento cuando se recibe menos de lo que se da.

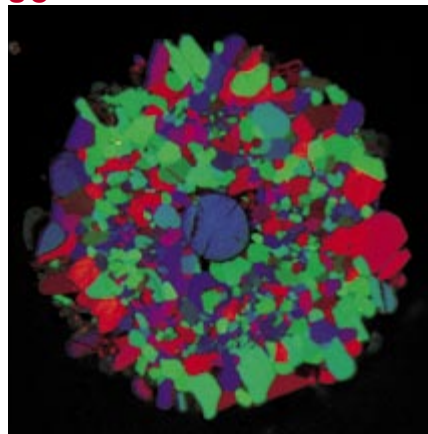
48

## El origen de la materia

*James M. Cline*

Aún no sabemos por qué la materia dominó a la antimateria en la formación del universo.

58



## El diboruro de magnesio, superconductor a alta temperatura

*Paul C. Canfield y Sergey L. Bud'ko*

El diboruro de magnesio desafía los principios que hasta hace muy poco se suponía que cumplían los superconductores óptimos. Con una temperatura crítica cercana a los 40 kelvin, promete una gran variedad de aplicaciones.



## 14 La geodinamo

Gary A. Glatzmaier  
y Peter Olson

Hace mucho que se quiere saber por qué se invierte la polaridad del campo magnético de la Tierra. Estudios recientes del agitado interior de nuestro planeta iluminan cómo podría empezar la próxima inversión.



## 66 Calidad óptica del ojo

Susana Marcos

Conocer la calidad óptica del ojo humano es importante en física, oftalmología, optometría, psicología... Qué es, cómo se mide o cómo mejorarla se cuentan entre las cuestiones centrales que la ciencia empieza a desentrañar.

## 75 El método botánico de Cavanilles

José María López Piñero

En su obra culminó la botánica descriptiva de la Ilustración. Sus *Monadelphiae Classis dissertationes* y sus *Icones et descriptiones plantarum* contienen descripciones de centenares de especies de casi todo el mundo que hoy continúan unidas a su nombre en la Nomenclatura Botánica Internacional.



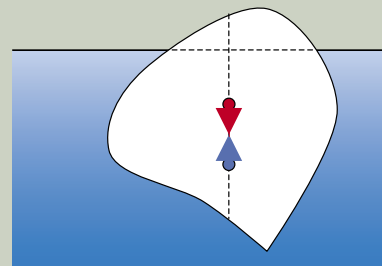
## 84 CURIOSIDADES DE LA FÍSICA

Juegos con el centro de masas,  
por Norbert Treitz



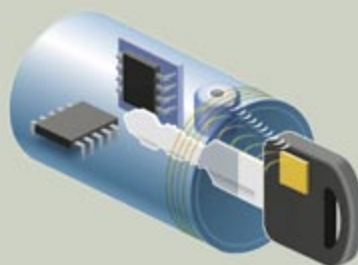
## 88 JUEGOS MATEMÁTICOS

La forma de un iceberg,  
por Juan M.R. Parrondo



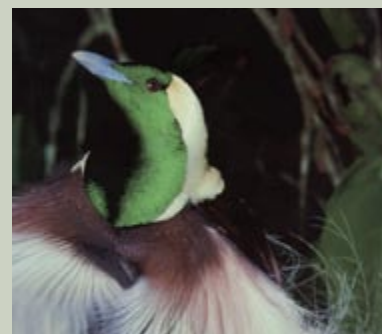
## 90 IDEAS APLICADAS

Sin llave,  
por Mark Fischetti



## 92 LIBROS

Una cuestión recurrente  
Vivo e inerte.



# INVESTIGACION CIENCIA

DIRECTOR GENERAL José M.<sup>a</sup> Valderas Gallardo  
DIRECTORA FINANCIERA Pilar Bronchal Garfella  
EDICIONES Juan Pedro Campos Gómez  
Laia Torres Casas  
PRODUCCIÓN M.<sup>a</sup> Cruz Iglesias Capón  
Albert Marín Garau  
SECRETARÍA Purificación Mayoral Martínez  
ADMINISTRACIÓN Victoria Andrés Laiglesia  
SUSCRIPCIONES Concepción Orenes Delgado  
Olga Blanco Romero  
EDITA Prensa Científica, S.A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona (España)  
Teléfono 934 143 344 Telefax 934 145 413  
www.investigacionyciencia.es

## SCIENTIFIC AMERICAN

EDITOR IN CHIEF John Rennie  
EXECUTIVE EDITOR Mariette DiChristina  
MANAGING EDITOR Ricki L. Rusting  
NEWS EDITOR Philip M. Yam  
SPECIAL PROJECTS EDITOR Gary Stix  
SENIOR EDITOR Michelle Press  
SENIOR WRITER W. Wayt Gibbs  
EDITORS Mark Alpert, Steven Ashley,  
Graham P. Collins, Steve Mirsky,  
George Musser y Christine Soares  
PRODUCTION EDITOR Richard Hunt  
GENERAL MANAGER Michael Florek  
VICE PRESIDENT AND MANAGING DIRECTOR, INTERNATIONAL  
Dean Sanderson  
PRESIDENT AND CHIEF EXECUTIVE OFFICER  
Gretchen G. Teichgraber  
CHAIRMAN John Sargent

## DISTRIBUCION

### para España:

**LOGISTA, S. A.**  
Pol. Ind. Polvoranca  
Trigo, 39, Edif. 2  
28914 Leganés (Madrid)  
Teléfono 914 819 800

### para los restantes países:

**Prensa Científica, S. A.**  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona

## PUBLICIDAD

### Madrid:

Manuel Martín Martín  
Teléfono 670 236 715  
e-mail: publicidad-ic@hotmail.com

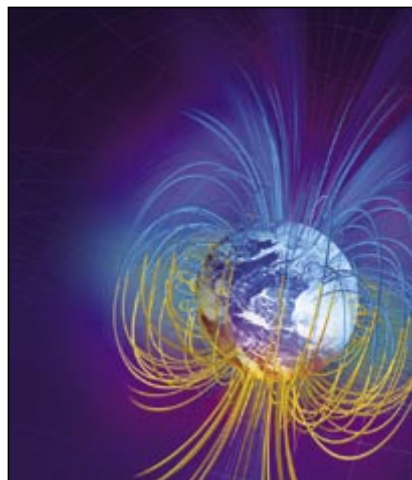
### Cataluña:

**QUERALTO COMUNICACION**  
Julián Queraltó  
Sant Antoni M.<sup>a</sup> Claret, 281 4.º 3.<sup>a</sup>  
08041 Barcelona  
Tel. y fax 933 524 532  
Móvil 629 555 703

## COLABORADORES DE ESTE NUMERO

### Asesoramiento y traducción:

Sònia Ambrós: *La geodinamo*; Felipe Cortés: *El otro genoma*; Joan-domènec Ros: *Así negocian los animales*; Ramón Pascual: *El origen de la materia*; Juan Bartolomé: *El diboruro de magnesio, superconductor a alta temperatura*; Jürgen Goicoechea: *Curiosidades de la física*; J. Vilardell: *Apuntes e Ideas aplicadas*.



Portada: Jean-Francois Podevin

## SUSCRIPCIONES

Prensa Científica S. A.  
Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup>  
08021 Barcelona (España)  
Teléfono 934 143 344  
Fax 934 145 413

### Precios de suscripción:

	Un año	Dos años
España	65,00 euro	120,00 euro
Resto del mundo	90,00 euro	170,00 euro

### Ejemplares sueltos:

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

Difusión  
controlada

Copyright © 2005 Scientific American Inc., 415 Madison Av., New York N. Y. 10017.

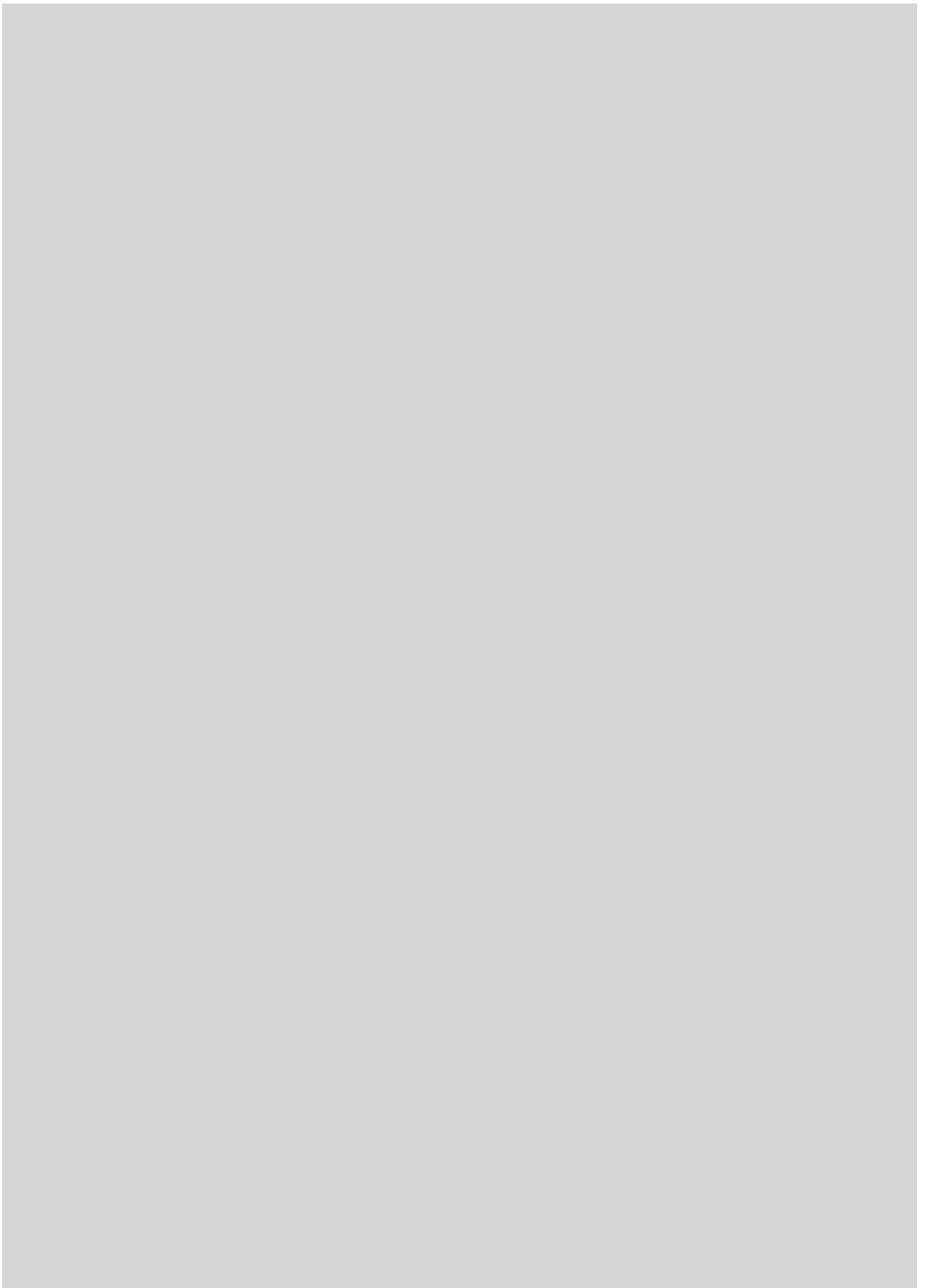
Copyright © 2005 Prensa Científica S.A. Muntaner, 339 pral. 1.<sup>a</sup> 08021 Barcelona (España)

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

Imprime Rotocayfo-Quebecor, S.A. Ctra. de Caldes, km 3 - 08130 Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España



## TOXINAS

### ¿Algas destructoras del cerebro?

Las algas azulverdosas, o cianobacterias, son seguramente los organismos más extendidos, abundantes y antiguos de la Tierra. Producen una toxina de nombre BMAA vinculada a trastornos neurodegenerativos, entre ellos la enfermedad de Alzheimer y una patología de la isla de Guam similar a las enfermedades de Lou Gehring y Parkinson. Un equipo internacional ha examinado las cianobacterias que medran en aguas dulces, marinas y ligeramente salobres de todo el mundo, así como las que viven en simbiosis con plantas y líquenes. El noventa por ciento de las 41 variedades estudiadas sintetizaba BMAA; en momentos adecuados, o en ciertas fases de su desarrollo, todas podrían producirla. Llamó la atención la



concentración de toxina en tapetes cianobacterianos oceánicos y del mar Báltico. Puesto que la contaminación del agua y el aumento de la temperatura global fomentan esas floraciones, que cubren miles de kilómetros cuadrados, las repercusiones para la salud podrían resultar cada vez más preocupantes.

—Charles Q. Choi

*Trichodesmium thiebautii*, cianobacteria del Caribe que produce neurotoxinas.

## PERCEPCION

### Gravedad cerebral

Los astronautas saben que se encuentran en un lugar de microgravedad. Pese a ello, cuando en la nave cae un objeto y quieren recuperarlo, alargan espontáneamente la mano, con premura excesiva, como si esperasen que el peso fuese el mismo que en tierra. Esa expectativa quizá se halle integrada de modo indeleble en el cerebro. En un ensayo realizado *ad hoc*, un equipo de investigadores italianos mostró a los voluntarios dos grupos de animaciones. En el primero, una pelota saltaba hacia arriba y volvía hacia abajo con una aceleración normal,  $g$ ; en el otro grupo, la pelota se aceleraba hacia arriba en cada rebote. Los sujetos del experimento predecían mejor el movimiento de la bola cuando su comportamiento coincidía con el de la gravedad en tierra. Las exploraciones cerebrales acometidas mientras se realizaba el ensayo revelaron que se excitaba la corteza vestibular, que controla el sentido del equilibrio y la conciencia de la posición del cuerpo. Proponen los investigadores que en esa zona del cerebro se representa el efecto de la gravedad comparando el movimiento de la cabeza en diferentes direcciones y enviando sus cálculos a los sistemas visual y motor.

—J. R. Minkel

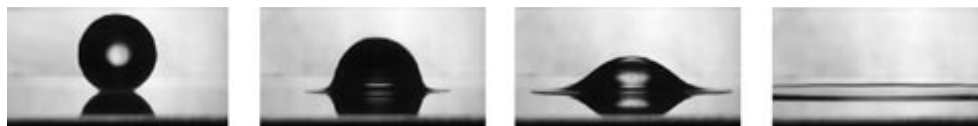


La aceleración de la gravedad podría ser una percepción indeleblemente integrada en el cerebro.

## FISICA

### Líquidos que no salpican

Una buena salpicadura depende sobre todo de la presión atmosférica. Cuando una gota cae sobre una superficie plana, forma al extenderse un charco ondulado que se descompone en salpicaduras. Con la pretensión de llegar a controlar



el fenómeno, unos físicos de la Universidad de Chicago dejaron caer dentro de una cámara de vacío gotas de alcohol sobre una placa de vidrio, seca y lisa. Grabaron los resultados con una cámara de 47.000 fotogramas por segundo. A una presión de alrededor de un sexto de la atmosférica normal, la salpicadura desaparecía completamente; las gotas sólo adquirían forma de torta, sin ondulaciones visibles. Sospechan los investigadores que las gotas que caen, salpican porque la presión gaseosa que actúa sobre ellas desestabiliza su expansión hacia afuera. Tales observaciones podrían servir para controlar mejor las rociadas en el quemado de combustibles y en la impresión por chorro de tinta.

el fenómeno, unos físicos de la Universidad de Chicago dejaron caer dentro de una cámara de vacío gotas de alcohol sobre una placa de vidrio, seca y lisa. Grabaron los resultados con una cámara de 47.000 fotogramas por segundo. A una presión de alrededor de un sexto de la atmosférica normal, la salpicadura desaparecía completamente; las gotas sólo adquirían forma de torta, sin ondulaciones visibles. Sospechan los investigadores que las gotas que caen, salpican porque la presión gaseosa que actúa sobre ellas desestabiliza su expansión hacia afuera. Tales observaciones podrían servir para controlar mejor las rociadas en el quemado de combustibles y en la impresión por chorro de tinta.

—Charles Q. Choi



## SOCIOLOGIA DE LA CIENCIA

### Bizantina tolerancia de los fallos

El físico Alan Sokal, de la Universidad de Nueva York, creyó haber demostrado que algunas ramas del saber académico —de letras— se habían despedido por un abismo de irracionalidad y absorbian cualquier texto absurdo que se les presentase mientras contuviera la jerga y los giros convenientes. Las tornas se volvieron contra la física teórica con los hermanos Bogdanoff, quienes lograron que revistas profesionales y científicos de algún prestigio dieran el visto bueno a artículos, e incluso una tesis doctoral, no mejores que el de Sokal. Ahora, unos estudiantes de doctorado del MIT han repetido la maniobra, pero en el campo de las ciencias de la computación y mediante un procedimiento extremo, aunque muy oportuno teniendo en cuenta que se trata de informáticos: colaron un artículo generado aleatoriamente por un programa de ordenador en el inminente noveno Multicongreso Mundial de Sistemática, Cibernética e Informática. Pretendían así denunciar ciertas reuniones más o menos científicas que les parecen fraudulentas. El Generador Automático de Artículos quizás haya dado más en el blanco que Sokal. Ha generado el título de esta nota. No está elegido adrede, el programa no se deja manipular. Debe de tratarse de la opinión, críptica, concisa, de las máquinas ante este fenómeno humano: una atención finita y propensa a la dejadez se siente insegura al discriminar en un entorno complejo; la imitación del estilo de una disciplina ya aporta alguna inteligencia del texto engañoso. La moneda falsa, por definición, se parece a la buena, y la buena no siempre lo es tanto.

## ASTROFISICA

### Erupciones breves y magnetares

El 27 de diciembre de 2004 se detectó la explosión cósmica más brillante —tal y como se la captó en la Tierra— jamás observada. Ocurrió en nuestra propia galaxia, a 50.000 años luz de distancia. Durante menos de un segundo nos llegó de ese fogonazo más energía que de la Luna llena. Vino en forma de rayos gamma. Se originó en la estrella de neutrones SGR 1806-20, del tipo “magnetar”: su campo magnético multiplica por mil billones el de la Tierra (si estuviese de nosotros a la distancia de la Luna, nos sacaría las llaves del bolsillo). Se atribuye la erupción a un seísmo estelar, que reorganizó ese campo magnético. La estrella no se destruyó. En los cielos se producen numerosas erupciones de rayos gamma. Según duren más o menos de dos segundos, se las denomina de larga o corta duración. Las erupciones de larga duración van seguidas por un rescoldo en rayos X y luz visible que ha permitido estudiarlas a fondo. Ocurrieron hace miles de millones de años en galaxias jóvenes y se atribuyen a la conversión de una estrella de masa muy grande en un agujero negro. Su energía multiplica un millón



Representación imaginaria de la propagación del destello de rayos gamma de SGR 1806-20, la más poderosa jamás observada.

de veces la de SGR 1806-20, pero su lejanía hace que aquí resulten mucho menos intensas. No se ha observado rescoldo alguno en las erupciones de corta duración; por eso mismo se las conoce mucho peor. El equipo de David Palmer, de Los Alamos, aduce que si SGR 1806-20 hubiese ocurrido en otra galaxia, no demasiado distante, se habría asemejado a una erupción de rayos gamma de corta duración. También ha calculado, basándose en intensidades y frecuencias de aparición, que sólo un cinco por ciento de esas erupciones podría ser un destello de magnetar. Según la hipótesis dominante sobre el origen de las erupciones breves, se producirían al fundirse, en una, dos estrellas de neutrones. Del resultado de Palmer se seguiría, pues, que al menos ese cinco por ciento tendría otro origen. “Y está por ver aún”, comenta, “que haya alguna que emerja por fusión de estrellas de neutrones”. Gracias al satélite Swift, dedicado a la observación de las erupciones, que ha empezado a funcionar este año, “la próxima que se detecte podría aclarar las cosas”.

—Govert Amersfoot

## HERMENEUTICA CIENTIFICA

### Dicho y hecho

El 9 de mayo se anunciaba que el satélite Swift había presenciado el “nacimiento de un agujero negro”. Este titular debe interpretarse así: detectó una erupción de rayos gamma brevísima y, gracias a la celeridad de sus instrumentos, un rescoldo muy débil de rayos X. Por su localización, es posible que se haya producido en una galaxia que se encuentra a más de dos mil millones de años luz de nosotros y donde ape-

nas nacen estrellas. En tal caso, no podía tratarse del destello de un magnetar; no habría tenido energía suficiente para que, a esa distancia, lo detectase Swift. Por lo tanto, quizá se trate de la otra posibilidad en que se piensa: la fusión de dos estrellas de neutrones y su conversión en agujero negro, impresión reforzada por la inactividad de la galaxia; las estrellas gaseosas que se convierten en agujeros viven poco.

## Router: A Methodology for the Typical Unification of Access Points and Redundancy

Jeremy Stribling, Daniel Aguayo and Maxwell Krohn

### ABSTRACT

Many physicists would agree that, had it not been for congestion control, the evaluation of web browsers might never have occurred. In fact, few hackers worldwide would disagree with the essential unification of voice-over-IP and public-private key pair. In order to solve this riddle, we confirm that SMPs can be made stochastic, cacheable, and interposable.

### 1. INTRODUCTION

Many scholars would agree that, had it not been for active networks, the simulation of Lamport clocks might never have occurred. The notion that end-users synchronize with the investigation of Markov models is rarely outdated. A theoretical grand challenge in theory is the important unification of virtual machines and real-time theory. To what extent can web browsers be constructed to achieve this purpose?

Certainly, the usual methods for the emulation of Smalltalk that paved the way for the investigation of rasterization do not apply in this area. In the opinions of many, despite the fact that conventional wisdom states that this grand challenge is continuously answered by the study of access points, we believe that a different solution is necessary. It should be noted that Router runs in  $\Omega(\log \log n)$  time. Certainly, the shortcoming of this type of solution, however, is that compilers and superpages are mostly incompatible. Despite the fact that similar methodologies visualize XML, we surmount this issue without synthesizing distributed archetypes.

We question the need for digital-to-analog converters. It should be noted that we allow DHCP to harness homogeneous epistemologies without the evaluation of evolutionary programming [2], [12], [14]. Contrarily, the lookaside buffer might not be the panacea that end-users expected. However, this method is never considered confusing. Our approach turns the knowledge-base communication sledgehammer into a scalpel.

The rest of this paper is organized as follows. For starters, we motivate the need for fiber-optic cables. We place our work in context with the prior work in this area. To address this obstacle, we disprove that even though the multiautonomous algorithm for the construction of digital-to-analog converters by Jones [10] is NP-complete, object-oriented languages can be made signed, decentralized, and signed. Along these same lines, to accomplish this mission, we concentrate our efforts on showing that the famous ubiquitous algorithm for the exploration of robots by Sato et al. runs in  $\Omega(n \cdot \log n)$  time [22]. In the end, we conclude.

### II. ARCHITECTURE

Our research is principled. Consider the early methodology by Martin and Smith; our model is similar, but will actually overcome this grand challenge. Despite the fact that such a claim at first glance seems unexpected, it is buffeted by previous work in the field. Any significant development of secure theory will clearly require that the acclaimed real-time algorithm for the refinement of write-ahead logging by Edward Feigenbaum et al. [15] is impossible; our application is no different. This may or may not actually hold in reality. We consider an application consisting of  $n$  access points. Next, the model for our heuristic consists of four independent components: simulated annealing, active networks, flexible modalities, and the study of reinforcement learning.

We consider an algorithm consisting of  $n$  semaphores. Any unproven synthesis of introspective methodologies will clearly require that the well-known reliable algorithm for the investigation of randomized algorithms by Zheng is in Co-NP; our application is no different. The question is, will Router satisfy all of these assumptions? No.

Reality aside, we would like to deploy a methodology for how Router might behave in theory. Furthermore, consider the early architecture by Sato; our methodology is similar, but will actually achieve this goal, despite the results by Ken

El congreso WMSCI2005 aceptó como artículo original este texto, escrito en realidad por el programa SCLgen. Cuando se supo que era una broma, se retiró la aceptación.



# Barreras contra el SPAM



1. CUATRO DE CADA CINCO mensajes recibidos por uno de cada tres usuarios del correo electrónico son mensajes comerciales que ni se han solicitado, ni se desea recibir: son *spam*. Los expertos en computación y los emisores de *spam* andan enzarzados en una carrera de medidas y contramedidas por el control de lo que entra en los buzones de correo electrónico.



## ¿Qué puede hacerse para detener la oleada de mensajes indeseados en el correo electrónico?

Joshua Goodman, David Heckerman y Robert Rounthwaite

**E**n 1978, unas 400 personas recibieron a través de Arpanet el primer correo electrónico no solicitado y quizá no deseado, el primer *spam*: una cuña publicitaria del nuevo ordenador DECSYSTEM-20 de Digital Equipment Corporation. (Aunque algunos la conviertan en un acrónimo, la palabra *spam* procede de un famoso número cómico del grupo Monty Python, emitido por la BBC en 1970, acerca de un restaurante en el que todos los platos incluían carne enlatada de la marca SPAM, una marca real, y un grupo de vikingos cantaba con entusiasmo loas a SPAM.) Actualmente circula por Internet una correspondencia basura, en forma de proposiciones comerciales no solicitadas, que puede cifrarse en miles de millones de mensajes al día, dos terceras partes del total transmitido por la Red. Un tercio de los usuarios recibe *spam* en el 80 por ciento de su correo electrónico. Ultimamente, el *spam* ha adquirido un cariz amenazante: proliferan los ataques de estafadores que expiden mensajes en los que suplantan a personas o instituciones dignas de confianza para obtener el número de la tarjeta de crédito u otros datos privados del destinatario (actividad a la que se llama *phising*, palabra de jerga derivada de *fishing*, pescar). Según un estudio de Gartner Research en 2004, estos ataques cuestan unos 1200 millones de dólares al año.

El *spam* no se limita a los mensajes de correo electrónico: en las salas de conversación por Internet (*chats*) se ocultan “robots” que pretenden ser humanos e intentan convencer a los participantes en el *chat* para que accedan a sitios pornográficos de la Red. Los usuarios de la mensajería instantánea (IM) padecen los llamados *spIM*, emparentados con los *spam* del correo electrónico. Para desviar las operaciones de búsqueda en Internet, se alteran las bitácoras añadiendo enlaces engañosos a ciertas hojas y así distorsionar las clasificaciones de la importancia de los sitios y enlaces de la Red.

El asfixiante efecto del *spam* parece a veces capaz de minar, cuando no destruir, las comunicaciones por Internet que hoy conocemos. La realidad no es tan sombría, sin embargo. Ya se han descubierto técnicas para interceptar mensajes *spam* y desalentar a sus autores. Pronto se unirán otras. Los métodos que examinaremos apuntan al correo basura, pero muchos de ellos servirían también para otras clases de *spam*. Ninguno de ellos será un talismán, pero su combinación, utilizada por suficiente número de usuarios, podría lograr maravillas. En absoluto es una quimera esperar que nuestros buzones de correo electrónico se vean un día libres —casi del todo— de esta enojosa plaga.

### Mensajes insidiosos

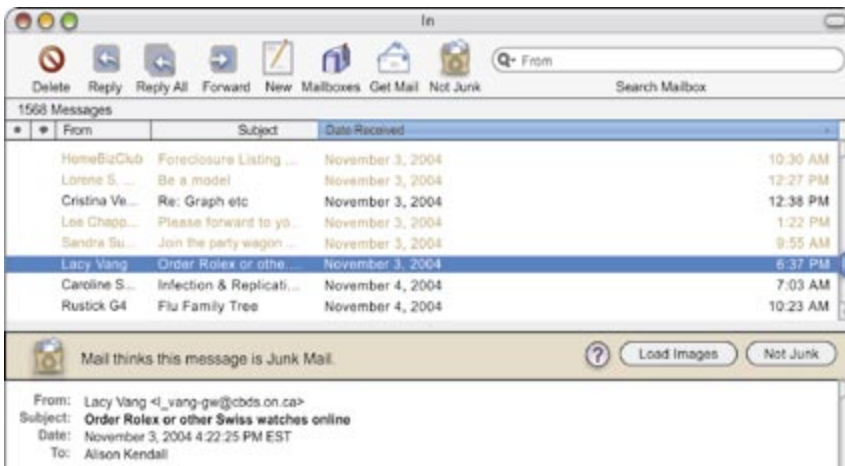
La proliferación del correo electrónico indeseado es resultado directo de las tendencias del mercado que lo favorecen: la distribución de mensajes basura es baratísima. Pero no gratuita: el envío de un mensaje cuesta del orden de una centésima de céntimo. Aunque el porcentaje de respuestas fuese bajísimo (uno entre 100.000), un emisor de *spam* todavía sacaría algún beneficio con que ingresase 11 euros por artículo que vendiese. De ahí que, aunque sean muy pocos los usuarios de e-mail que compren algo anunciado por *spam*, todos padecemos las consecuencias.

Uno de los aspectos más irritantes del *spam* es su continua adaptación a los nuevos intentos de acabar con él. Cada vez que los informáticos se oponen por algún procedimiento al *spam*, quienes lo difunden encuentran el modo de esquivar la defensa. Esta carrera ha conducido a una continua evolución en uno y otro lado, a un refinamiento cada vez mayor de las medidas y contramedidas.

Otro problema fundamental deriva de la extrema dificultad de definir el *spam*, tanto técnica como legalmente. Legalmente se lo suele describir de esta forma: “mensaje de correo electrónico comercial no solicitado procedente de alguien con el que no existe relación profesional anterior”. Esta definición, si embargo, es demasiado amplia. Una reciente propuesta recibida por e-mail nos invitaba a convertir en película de cine un cuento breve que habíamos publicado en Internet. La comunicación cumplía los requisitos de la definición: no había sido solicitada, era comercial y su expedidor era desconocido, pero casi nadie la consideraría *spam*. Otra definición podría tener en cuenta que el *spam* se distribuye masivamente. Pero hace poco hemos solicitado contribuciones a un congreso sobre sistemas de correo electrónico y métodos encaminados a impedir el *spam*, para lo cual nos dirigimos a cincuenta personas que habían publicado sobre este asunto. Nunca las habíamos tratado antes, pero ninguna de ellas se quejó. Quizás el *spam* se caracterice sobre todo por su carácter indiscriminado y por no ser deseado. Igual que sucede con la pornografía, cuesta mucho definir con precisión el *spam*, pero ciertamente lo reconocemos cuando inunda nuestros buzones.

### Morfología de mensajes

Trabajamos sobre los mensajes basura desde 1997, cuando uno de nosotros (Heckerman) sugirió utilizar como eficaz línea de ataque métodos de aprendizaje automático. Desde entonces, a la par que numerosos colegas



2. LOS PROGRAMAS DE CONTROL DE ACCESO identifican el correo basura mediante la localización y la asignación de pesos a características que los usuarios han considerado indeseables en casos anteriores.

en el campo de la informática, hemos investigado y desarrollado diversos procedimientos para frenar el *spam*. En ellos se combinan soluciones técnicas y legales, junto con iniciativas que habrían de abarcar todo el campo de la informática.

Entre las técnicas más antiguas figuran las de comparación de huellas: consisten en obtener ejemplos de mensajes basura y elaborar una “huella digital” de los mismos mediante un programa informático. La “huella” sería un número deducido del contenido del mensaje, de tal modo que todos los mensajes idénticos o similares se identificaran por el mismo número. Como ejemplo sencillo, podría sumarse al número de veces que aparezca la letra A en un mensaje el de letras B multiplicado por 10, el de letras C por 100, etcétera. Cuando llega un nuevo mensaje, los programas *antispam* calculan su huella y la comparan a la de otros correos *spam* conocidos. Si las huellas coinciden, el programa elimina o archiva el mensaje.

Por desgracia, los autores de mensajes basura traspasaron fácilmente estas sencillas protecciones: les bastó con incluir en los mensajes unos caracteres aleatorios. A ello se respondió elaborando huellas más depuradas que excluían las secuencias de caracteres obviamente aleatorios, pero los atacantes anularon tales defensas dando una apariencia más regular al contenido aleatorio, por ejemplo la de falsos partes meteorológicos. Resulta difícil, en estos últimos tiempos, construir sistemas de identificación por huella suficientemente inmunes a la inserción de secuencias aleatorias en correos basura.

### Filtros inteligentes

En vez de seguir la senda de las huellas digitales, nuestro grupo prefirió aprovechar la capacidad de aprendizaje automático de los ordenadores. Los programas informáticos especializados pueden aprender a distinguir los mensajes basura de los que sean válidos, y no se dejan confundir tan

fácilmente por la adición de letras o palabras aleatorias.

Ante todo, ensayamos los métodos más sencillos y comunes de aprendizaje automático. El algoritmo Naive Bayes empieza por asignar probabilidades a cada palabra de un mensaje. Por ejemplo, “clic”, “aquí” y “suscribirse” podrían tener cada una de ellas una probabilidad 0,9 de aparecer en un mensaje *spam*, y 0,2 si el mensaje fuera un e-mail legítimo. Multiplicando las probabilidades de todas las palabras contenidas en un mensaje y aplicando el principio estadístico denominado regla de Bayes, se obtiene una estimación de la probabilidad de que dicho mensaje sea basura.

La estrategia de Naive Bayes funciona muy bien para determinar la apariencia de un mensaje auténtico; como todos estos métodos de aprendizaje, resiste los intentos sencillos de confundir. Conocemos bien, sin embargo, sus limitaciones. Da por supuesto que las palabras de los e-mail son independientes y no están relacionadas, lo cual en muchas ocasiones es falso (por ejemplo, “clic” y “aquí” a menudo van unidas). Así se distorsiona el resultado.

Ante tales dificultades, nos hemos centrado en los modelos lineales discriminadores, que optimizan sus decisiones posteriores mediante la asignación de pesos a los distintos elementos de juicio: a las palabras y a otras particularidades de los mensajes, como el que se haya enviado a numerosos destinatarios. Estos modelos pueden “aprender” las relaciones que ligan las palabras; por ejemplo, “sabiendo” que no debe darse demasiado peso a palabras que tienden a agruparse, como las ya citadas “clic”, “aquí” y “suscribirse”. Para entenderlo mejor, imaginemos que un modelo Naive Bayes haya visto estas tres palabras, a menudo asociadas a un correo *spam*. Tal vez decida que basta para calificar como basura cualquier mensaje que las contenga, lo que llevaría a destruir correo válido. Por el contrario, un modelo enseñado a discriminar debería saber que estas palabras suelen venir juntas y, por lo tanto, les asignaría unos pesos menores, más razonables. Hasta podría aprender que una palabra tal como “aquí”, acaso más frecuente en los correos *spam*, no debe recibir peso alguno, pues realmente no ayu-

## Resumen/Proteger el buzón de entrada

- La oleada creciente de mensajes electrónicos no deseados —*spam*— amenaza las comunicaciones en Internet. Los programadores informáticos sostienen una guerra continua contra los expedidores de correo basura, que no dejan de superar las barreras que se les interponen.
- Un conjunto de medidas *antispam*, ya conocidas y de nuevo cuño, que comprenda filtros informáticos inteligentes, sistemas que certifiquen la legitimidad de los expedidores de correo electrónico y rigurosas prohibiciones legales, podrían detener el torrente de mensajes indeseados si se aplicaran de manera generalizada.



## TRETAS DEL SPAM

Se utilizan diversos métodos para eludir los filtros antibasura. Una de las medidas más elementales contra el *spam* es la de contrastar "huellas": los ordenadores eliminan los mensajes nuevos cuyas características, su "huella", coincide con la de mensajes *spam* conocidos que han analizado previamente. Pero los creadores de *spam* aprendieron pronto a superar el simple cotejo de huellas mediante la adición de caracteres o contenidos aleatorios, por ejemplo falsos partes

meteorológicos, que modifican la huella. Más tarde empezaron a enmascarar las palabras que suelen vincularse al *spam*, escribiendo, digamos, "DINERO" como "DINERO" (con el dígito "0" en vez de la letra "O"). También hay filtros que buscan enlaces insertos en los mensajes a páginas Web y servidores de notoria relación con el *spam*. Sin embargo, los creadores de basura saben generar continuamente nuevas direcciones.

Received: from [157.54.6.197] (dialupline6197.homeuserisp.com) by RED-MSG-50.redmond.corp.microsoft.com

Received: from [141.52.163.69] (falso.ejemplo.com) by homeuserisp.com

To: jesusbueno@microsoft.com

From: servidor@falso.ejemplo.com

Subject: GANE DINERO YA xj/2k

Content-Type: text/html;

Date: Mon, 27 Oct 2004 06:26:03

<FONT SIZE=+3 color=red>  
FORRESE  
SIN MOVERSE DE CASA!!!!  
</FONT>

<a href="http://www.elbasureromaligno19385.com/darsedebaja.htm">

Haga clic aquí para darse de alta

Temperatura: 19  
Presión del aire: 707

sajdfkjsadklfjl

La dirección IP de un ordenador zombi —es decir, infectado por programas espía— envió este mensaje de correo electrónico

Una dirección visible falsa intenta engañar al destinatario

Dirección falsa introducida para ocultar al verdadero expedidor; el mensaje aparece como procedente de "falso.ejemplo.com"

El cambio de la letra "O" por un cero confunde a los filtros *antispam* que buscan "DINERO"

Caracteres aleatorios insertados para engañar a los sistemas de huella digital

Nuevo nombre de dominio que se crea cada pocos minutos para contrarrestar los sistemas de lista negra de URL

El código correspondiente a la "b" en HTML pretende confundir tanto a los sistemas de aprendizaje automático como a los de huella digital

El parte meteorológico falso con números aleatorios puede engañar incluso a sistemas de huella digital avanzados

Caracteres aleatorios insertados para engañar a los sistemas de "huella digital"

Un código HTML (lenguaje de marcado hipertextual) fracciona una palabra en dos partes para despistar a los sistemas de aprendizaje automático

da a discernir lo bueno de lo malo. Además, los métodos discriminadores quizá descubrirían que ciertas palabras se cancelan mutuamente. Por ejemplo, la palabra "húmedo" es más frecuente en *spam*, pero si va unida a "tiempo" es probable que el mensaje sea legítimo.

Una ventaja de los sistemas Naive Bayes es que aprenden con facilidad. La determinación de pesos para los métodos discriminadores es mucho más ardua: exige que los programa-

dores ensayen muchos conjuntos de valores de pesos para las palabras y las demás características, buscando una combinación que optimice la discriminación entre *spam* y mensajes legítimos. Afortunadamente, los avances han sido notables en este terreno. Algoritmos como el de optimización secuencial mínima, de John C. Platt, de Microsoft, y el de escalamiento iterativo secuencial condicional generalizado (SCGIS, por sus siglas en inglés), inventado por uno de nosotros

(Goodman), son decenas o cientos de veces más rápidos que los de técnicas anteriores. Cuando se manejan grandes cantidades de datos para el aprendizaje *antispam*, más de un millón de mensajes y cientos de miles de pesos asignados, la rapidez del algoritmo es de suma importancia.

### Esconder la basura

De sobra sabíamos que nuestros sistemas de aprendizaje automático, centrados en las palabras del mensaje,

serían vulnerables a correos basura que enmascarasen los términos empleados. Por ejemplo, los redactores astutos de *spam* en inglés aprendieron a utilizar palabras como “MONEY” (que sustituye la letra “O” por un cero) o trucos del HTML (lenguaje de marcado hipertextual con que se suelen escribir los documentos de la Red), como la división de una palabra en trozos (“cl” e “ick”, en lugar de “click”). Al no figurar ya en el mensaje los términos acusadores (“money”, “click”), es posible engañar al sistema de filtrado. Pero es bueno saber que los sistemas también pueden aprender estas artimañas y adaptarse a ellas.

Por desgracia, nos equivocamos al creer que poca gente respondería a un mensaje que claramente se valiera de medios arteros para superar el filtrado antibasura. La triste realidad es que los compradores de productos irregulares o abiertamente ilegales no esperan que los vendedores utilicen técnicas publicitarias correctas. Hemos tenido, pues, que modificar nuestros sistemas de aprendizaje empleando los modelos llamados “n-gram”. Consisten en utilizar fragmentos de palabras para detectar palabras clave que suelen asociarse al *spam*. Si, por ejemplo, un mensaje de correo electrónico contuviera la frase “n@ked l@dies” (“señoras desnudas”), de la misma se extraerían los n-gram “<space>n@k”, “n@ke”, “@ked”, etcétera. Dado que estos fragmentos aparecen en mensajes *spam* confirmados, su presencia proporciona valiosas pistas para el filtrado.

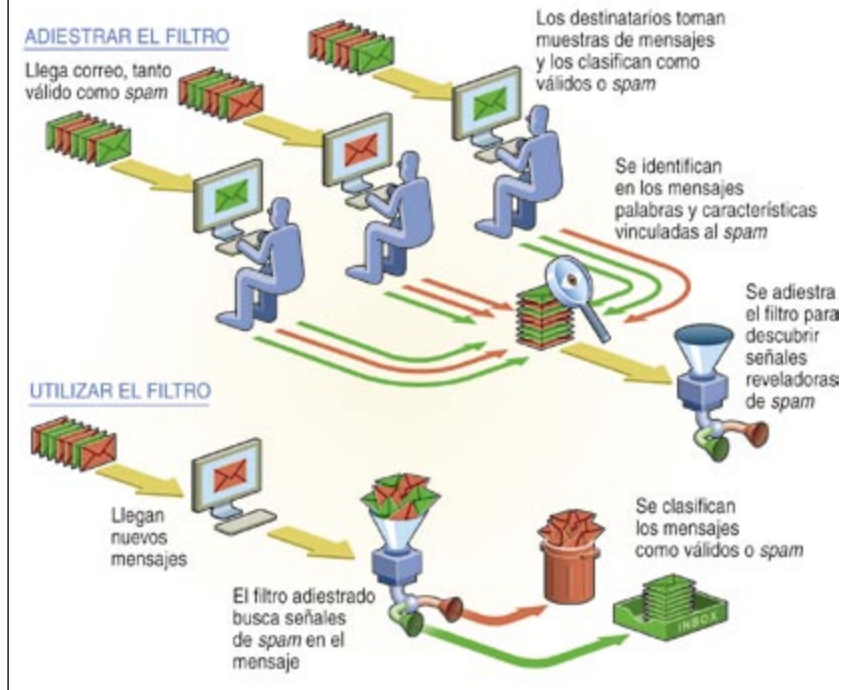
Las técnicas “n-gram” nos han ayudado a mejorar la utilidad de nuestros filtros cuando se aplican a idiomas extranjeros. El chino y el japonés, por ejemplo, no separan las palabras por espacios, lo que dificulta mucho encontrar divisiones de palabras. En tales lenguas, los sistemas equipados con n-gram examinan toda palabra y fragmento de palabra posible.

### Basura en imágenes

A veces el *spam* se esconde en una imagen, cuyo contenido no pueden analizar los sistemas de aprendizaje automático, aunque todavía dispongan de otras pistas, como los enlaces presentes en el mensaje o la información sobre la reputación del expedidor. Un campo abierto a las investigaciones futuras es el filtrado

## USUARIOS DEL CORREO ELECTRONICO ADIESTRAN FILTROS CONTRA EL SPAM

Los primeros filtros de *spam* producidos por Microsoft se basaban en datos recogidos sólo de veinte usuarios del correo electrónico. A medida que los creadores de *spam* aguzaron su ingenio se necesitó una fuente de datos mejor. Cien mil voluntarios del servidor de correo Hotmail clasifican como legítimos o *spam* mensajes seleccionados aleatoriamente entre los que reciben. Con ello el sistema aprende a señalar nuevos objetivos del filtrado. Cuando los creadores de *spam* encuentra un camino para eludir el filtro, el sistema tarda muy poco en reconocer y rechazar los nuevos mensajes basura.



por reconocimiento óptico de caracteres: las mismas técnicas de ese tipo empleadas para escanear un documento podrían localizar los textos incorporados a imágenes y llevarlos a un filtro de aprendizaje automático.

Uno de los aspectos que pueden resultar más ofensivos del *spam* es la aparición de imágenes pornográficas en el propio buzón electrónico. La visión computerizada ha hecho grandes progresos en la detección automática de ese tipo de imágenes. La labor a realizar sorprende por su amplitud: desde impedir el acceso infantil a sitios Web que contengan material sexual hasta evitar que los productores de pornografía abusen de los servidores gratuitos de la Red. Con todo, el reconocimiento de imagen es todavía lento y es preciso mejorar la seguridad de la identificación. Imágenes inocuas, sobre todo las que muestran grandes extensiones de piel, podrían dar falsos positivos.

Nuestro grupo investiga asimismo cómo reconocer los mensajes de correo basura por análisis del URL (localizador universal de recursos, el código que remite a otras páginas Web). La mayoría de los difusores de *spam* persigue en primer lugar que los usuarios visiten su sitio en la Red, aunque algunos prefieran el contacto a través del número telefónico. Por tanto el URL es especialmente valioso para el filtrado.

Hay muchas maneras de aprovechar la información contenida en el URL. Ciertos proveedores de programas *antispam* han empezado ya a bloquear mensajes que contienen enlaces a páginas Web a todas luces relacionadas con el correo basura. Los enlaces a dominios no conocidos previamente despiertan sospechas: los difusores de *spam* crean con gran rapidez dominios, mientras que la mayoría de los dominios legítimos perduran largo tiempo. Por