



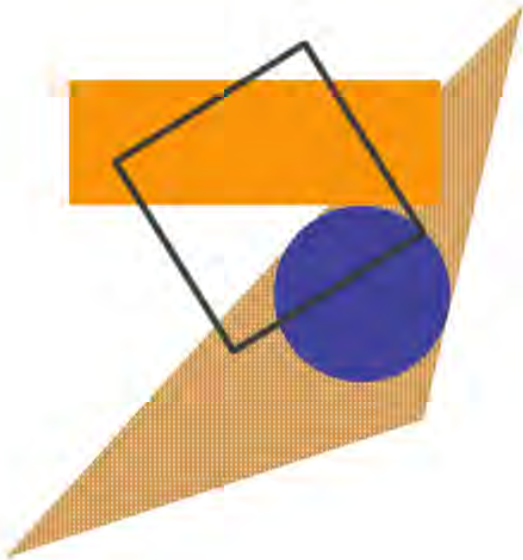
momentos  
matemáticos

# créditos

CD-ROM ***Momentos Matemáticos***

Edita: Real Sociedad Matemática Española  
Patrocinan: Proyecto Ingenio Mathematica Consolider  
2010, Centro de Investigación Matemática de Canarias  
ISBN: 978-84-935196-3-6  
Depósito legal: TF-1741-2008





# presentación

Mathematical Moments (***Momentos Matemáticos***) es una colección de pósters divulgativos editados por la American Mathematical Society (AMS) para promover la apreciación y el conocimiento del papel relevante que las matemáticas desempeñan en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura. Cada póster trata un tema de actualidad y gran interés social, con una sucinta explicación del problema que se aborda y de las herramientas matemáticas que inciden en su tratamiento, acompañada de una ilustración atractiva.

Por sus características estos materiales constituyen un recurso didáctico idóneo para incrementar la proyección social de las matemáticas, ya sea a través de su utilización en el aula o mediante la celebración de exposiciones divulgativas con motivo de cualesquiera eventos relacionados con la ciencia y la tecnología (jornadas, congresos, ferias...) y en escenarios cualesquiera (centros docentes, centros de profesorado, museos de la ciencia...)

En virtud de convenio con la AMS y tras su publicación en la revista digital de divulgación matemática ***Matematicalia.net*** [ISSN 1699-7700], donde han ido apareciendo, sucesivamente, en los números de abril, junio, octubre y diciembre de 2005, febrero y abril de 2006, y octubre-diciembre de 2007, la Real Sociedad Matemática Española (RSME) ha editado en CD-ROM una compilación de la traducción al castellano de los 56 primeros ***Momentos Matemáticos***. Esta edición cuenta con el patrocinio del Proyecto Ingenio Mathematica Consolider 2010 (i-MATH) y del Centro de Investigación Matemática de Canarias (CIMAC).

La RSME dispone también de dos copias de la colección completa de pósters impresos con tinta fotorresistente sobre poliéster fotográfico en tamaño DIN A2, aplicado sobre cartón pluma de 5mm y laminado mate, que cede en préstamo para la realización de exposiciones itinerantes. Esta edición ha estado igualmente patrocinada por i-MATH y CIMAC. Las personas interesadas en solicitar ejemplares del CD-ROM ***Momentos Matemáticos*** y/o alguna de estas exposiciones pueden dirigirse a la secretaría de la RSME.





# Describir nuestros océanos

Imaginen lo que significaría tratar de describir la circulación y temperatura de la enorme extensión que cubren nuestros océanos. Obtener los modelos adecuados que expliquen el funcionamiento de los océanos beneficiaría no sólo a la comunidad de pescadores de nuestras costas, sino también a los granjeros del interior. Hasta hace muy poco tiempo no disponíamos ni de las herramientas matemáticas necesarias ni de los datos suficientes para diseñarlos. Hoy en día, la nueva información disponible así como los avances matemáticos hacen posible una predicción a corto plazo de los cambios climáticos (por ejemplo, de la llegada del "El Niño").

Pero aún queda mucho trabajo por hacer en el campo de la predicción a largo plazo de los cambios climáticos, y apenas comprendemos el funcionamiento de los océanos. La dinámica oceánica ya se ha descrito mediante ecuaciones, pero poder resolverlas es aún una meta muy lejana. Los ordenadores actuales no tienen la suficiente capacidad de almacenamiento de todos los datos necesarios para obtener buenas aproximaciones a la solución; de ahí que los investigadores recurran a hipótesis simplificadas intentando resolverlas. La fiabilidad de los modelos derivados de dichas hipótesis se prueba con datos nuevos. Esta investigación es crucial, ya que no podremos entender el clima hasta que no entendamos los océanos.

## Más información:

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. I. Barry Cipra.

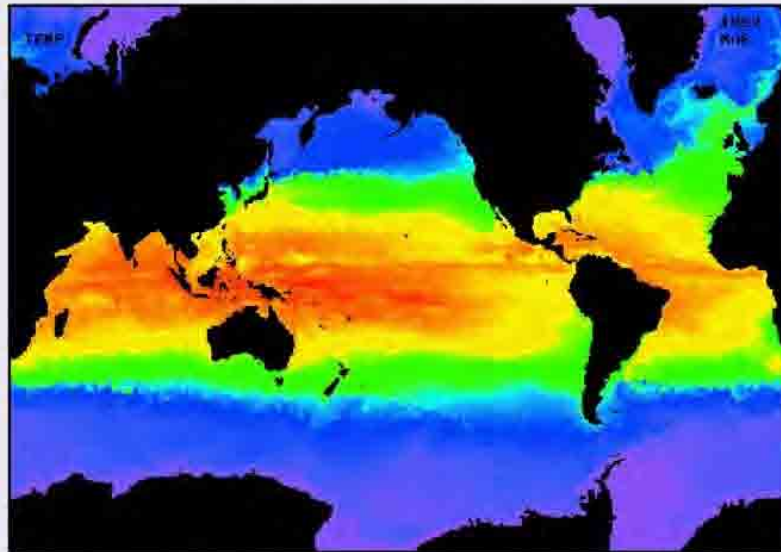


Imagen cortesía de la Naval Postgraduate School.

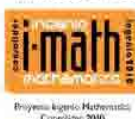


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# Hacer que las películas cobren vida

Muchas de las técnicas de animación que se usan en la producción de películas se basan en las matemáticas. Los personajes, el paisaje de fondo y el movimiento se crean utilizando programas informáticos que combinan píxeles para obtener formas geométricas que luego son archivadas y manipuladas mediante las matemáticas que se usan en los gráficos de ordenador.

El programa informático codifica en cada píxel todas las características que pueden ser importantes para la vista, tales como la posición, el movimiento, el color y la textura. El programa usa vectores, matrices y aproximaciones poligonales a las superficies curvas que determinan el grado de oscuridad de cada píxel. Cada fotograma de una película generada por ordenador se compone de más de dos millones de píxeles y puede llegar a tener alrededor de cuarenta millones de polígonos. La cantidad tan enorme de cálculos necesaria convierte a los ordenadores en herramientas imprescindibles, pero sin la ayuda de las matemáticas el ordenador no sabría qué cálculos hacer. En palabras de uno de los animadores: *...todo se controla con matemáticas... ¡aquellas pequeñas "X", "Y" y "Z" que aprendimos en el colegio cobran de pronto relevancia!*

### Más información:

*Mathematics for Computer Graphics Applications.* Michael E. Mortenson (1999).



Imagen cortesía de Dinosaur Interplanetary Gazette y Universal Pictures.



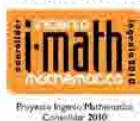
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)





# El diseño de aviones

El flujo del aire (y del agua) ha sido estudiado desde hace más de cien años, aunque sólo recientemente los matemáticos han comenzado a entender el complicado fenómeno de la turbulencia, parte esencial de la aerodinámica. Gracias a las matemáticas y a los modernos ordenadores, los túneles de viento se usan cada vez menos en el diseño aeronáutico.

Las ecuaciones de Navier-Stokes que describen el flujo de los fluidos son ecuaciones en derivadas parciales para las que aún no se conoce una solución precisa. Cuanto más rápido fluye un fluido más se incrementa el término no lineal de dichas ecuaciones, aumentando la dificultad para generar soluciones numéricas de las mismas.

Las turbulencias que afectan a los aviones son especialmente difíciles de entender, sobrepasando incluso la potencia de cálculo de los supercomputadores actuales. Se necesita avanzar en la teoría para que la tecnología actual pueda acceder al problema. Hoy en día los matemáticos tratan de comprobar la veracidad de las leyes de Richardson y Kolmogorov, dos hipótesis que intentan explicar este fenómeno.

## Más información:

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. 3. Barry Cipra.

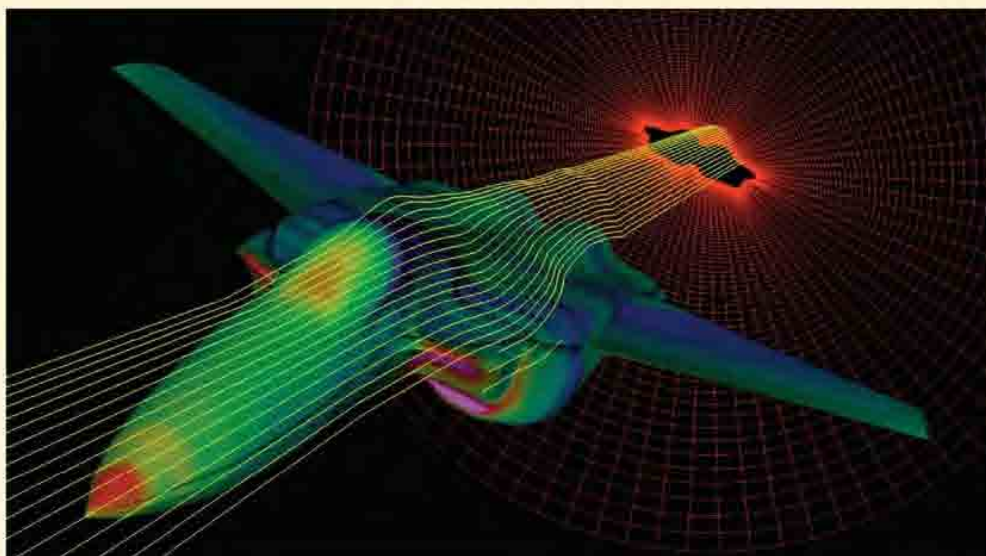


Imagen cortesía de NASA Ames Data Analysis Group.



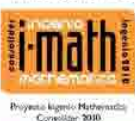
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



# Por una comunicación más segura en Internet

No podríamos comprar, pagar recibos o realizar negocios a través de Internet de una forma segura sin las matemáticas de la criptografía. Aunque están basadas en resultados algebraicos probados hace siglos, las sofisticadas técnicas actuales de cifrado han sido formuladas apenas en los últimos treinta años.

La criptografía de clave pública permite al usuario divulgar la clave de cifrado para que todos puedan usarla, pero manteniendo la clave de descifrado en secreto. Uno de estos algoritmos, denominado RSA, es el utilizado hoy para codificar los modernos navegadores de Internet.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (*National Institute of Standards and Technology*, NIST) estadounidense ha adoptado un Estándar de Codificación Avanzado que se usará en las comunicaciones electrónicas en los próximos años. Este nuevo estándar usa permutaciones, aritmética modular, polinomios, matrices y campos finitos para transmitir la información de forma libre pero segura.

## Más información:

"Communications Security for the Twenty-first Century". Susan Landau. *Notices of the American Mathematical Society*, April 2000.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



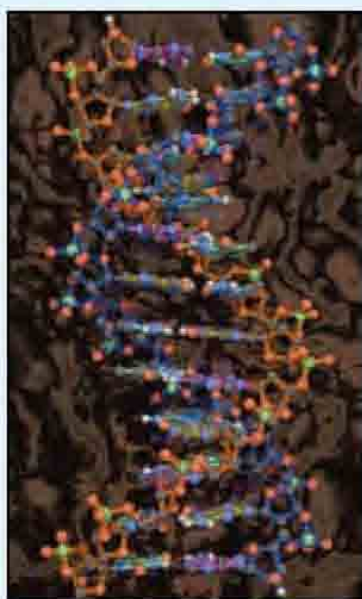
# Descifrar la cadena de ADN

Cualquiera que haya usado una manguera para regar el jardín sabe que los nudos siempre se forman en los lugares más extraños. Los científicos han descubierto que una rama de las matemáticas llamada *teoría de nudos* aparece en muchos sitios familiares, incluyendo la cadena del ADN humano. Las matemáticas juegan un papel clave en la comprensión del funcionamiento del ADN y la forma en que se reproduce a sí mismo.

Ciertas enzimas cortan una rama de la cadena de ADN en un punto, pasan la otra parte de la rama a través del agujero y sellan el corte. La teoría de nudos ayuda a comprender la frecuencia con que una enzima tiene que actuar, lo cual permite inferir cuánto tardará esa enzima en elaborar un producto. Esta clase de manipulación compleja es relevante en muchos procesos celulares, incluyendo la reparación de la cadena de ADN y la regulación de los genes, y es el tipo de problemas de mayor interés en la teoría de nudos.

## Más información:

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. 2. Barry Cipra.



Izquierda: Imagen cortesía de Paul Thiessen.  
Derecha: Imagen cortesía de la Universidad de Minnesota.

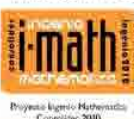


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Escuchar música

No importa lo complicada que sea la música (o los datos): tanto la de Mozart como la de Twisted Sister se almacenan digitalmente usando solamente las cifras 0 y 1. En cada paso de este proceso se utilizan varias ramas diferentes de las matemáticas, avanzadas y elementales.

**Procesamiento de señales:** El sonido original es muestreado para medir las ondas sonoras a intervalos regulares y frecuentes. La frecuencia depende del Teorema de Muestreo de Shannon.

**Aritmética binaria:** Las amplitudes se representan como una sucesión de 16 bits de ceros y unos. Los ceros y unos se almacenan en el CD como áreas lisas y hoyos.

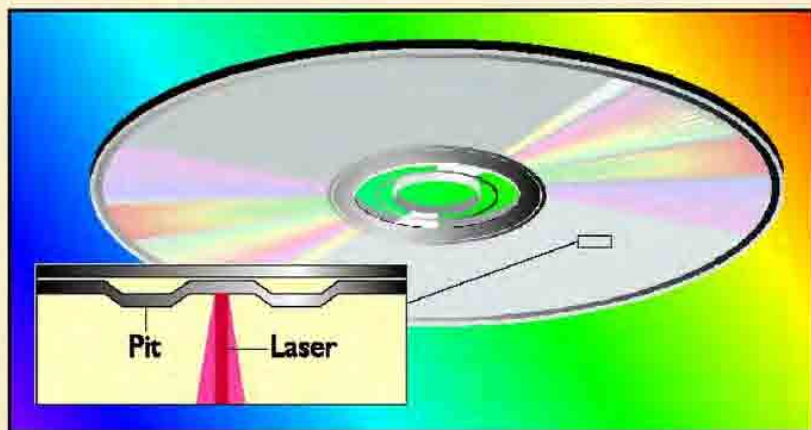
**Ecuaciones en derivadas parciales:** Las ecuaciones de la dinámica de fluidos gobiernan el proceso de compresión de las capas de reflexión y protección de los datos.

**Álgebra lineal:** Las inevitables corrupciones de los ceros y unos (por polvo o rasguños, por ejemplo) se compensan con los códigos correctores de errores.

**Trigonometría y cálculo:** Para recuperar los datos, un buscador mueve un láser que se centra en ellos. Como el láser va leyendo desde el centro al borde del disco, un motor debe mover continuamente el CD para desacelerarlo, manteniendo así constante la velocidad de lectura.

**Más información:**

Ken C. Pohlman. *Scientific American*, 1998.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# La predicción meteorológica

La predicción meteorológica requiere el tratamiento informático de cantidades ingentes de datos. Para obtener un modelo meteorológico preciso se necesita conocer, entre otros, los valores en diferentes puntos y altitudes de la temperatura, la humedad, la presión atmosférica y la velocidad del viento. Aunque los pronósticos incorrectos se recuerdan mucho más, las predicciones actuales con una antelación de tres a siete días suponen una gran mejora respecto a las de treinta y seis horas de hace veinte años. El incremento de la potencia de cálculo de los ordenadores modernos ha contribuido a mejorar la calidad de las predicciones meteorológicas, aunque el espectacular aumento en la precisión de éstas se debe en mayor medida a las matemáticas que subyacen tras los correspondientes modelos.

La información que se recoge se sujeta a cálculos numéricos que dan como resultado soluciones aproximadas de las ecuaciones en derivadas parciales no lineales involucradas. Los modelos del clima tienen en cuenta la rotación de la Tierra y la interacción perpetua entre tierra, mar y aire. Aunque el incremento de la potencia de cálculo de los ordenadores y de la información disponible son fuentes obvias para la mejora de los pronósticos climáticos, existen otras fuentes, no tan obvias, que también contribuyen a ello, como son el avance en las técnicas de muestreo de datos y el uso más eficiente de éstos.

**Más información:**

“Weather Analysis and Forecasting”. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1999.

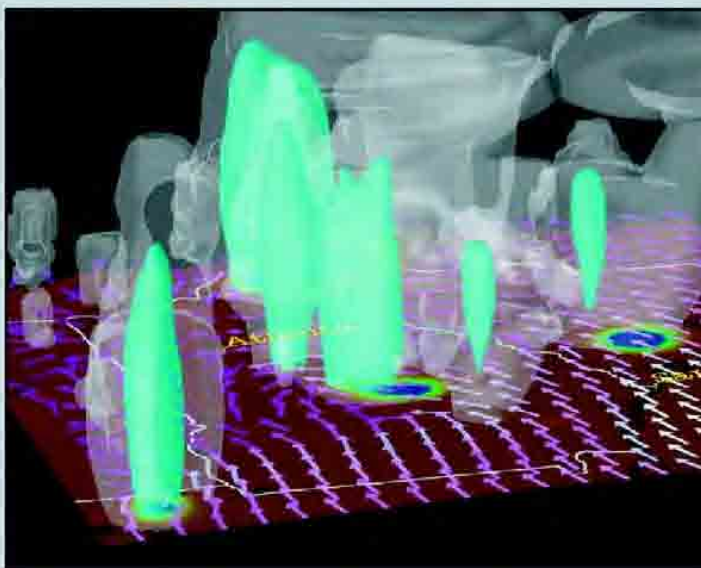


Imagen cortesía de Lloyd Trefethen, IBM Thomas J. Watson Research Center.

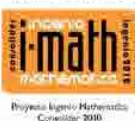


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# El archivo de huellas dactilares

Archivar e identificar la versión digitalizada de millones de huellas dactilares es una tarea de tal magnitud que es casi inconcebible. Sin el uso de técnicas de compresión de datos, los archivos actuales de huellas dactilares del FBI ocuparían 200 terabytes (200.000.000.000.000 de bytes). Una rama nueva de las matemáticas, las ondículas o wavelets, ha convertido la compresión de datos en algo rápido, casi rutinario y mucho menos costoso, haciendo posible su almacenamiento y facilitando su posterior recuperación.

Cualquier imagen es, en realidad, una función que da el color e intensidad de cada píxel. Esta función puede ser escrita como una combinación de funciones especiales, que son las citadas wavelets. Las normas que regulan el funcionamiento de estas ondículas son más fáciles de almacenar y recuperar que la función misma. Las wavelets suponen un avance significativo sobre las transformadas de Fourier (otra técnica de compresión de datos basada en senos y cosenos).

### Más información:

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. 2. Barry Cipra.



Imagen cortesía de Christopher M. Brislawn, Los Alamos National Lab.



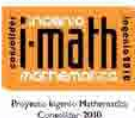
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



# La cristalización

Para el estudio de la formación de cristales son necesarias tanto la potencia de las matemáticas como la velocidad de procesamiento de los ordenadores actuales. Además de la atractiva posibilidad que desde un punto de vista puramente estético supone el entender la formación de los copos de nieve, la investigación en los procesos de cristalización es también crucial para comprender la integridad del acero, los superconductores y los chips de ordenador.

Durante su proceso de formación, los cristales presentan contornos irregulares y móviles, con lo cual las únicas soluciones posibles a sus ecuaciones son las numéricas. Parte del proceso de cristalización sigue el principio de minimizar la superficie manteniendo fijo el volumen, aunque la orientación del cristal también afecta a su formación: la difusión del calor es mayor lejos de la superficie que dentro de ella, por lo que aquellos cristales que van en dirección al exterior se forman más rápidamente que los otros. Esta complejidad añadida por la orientación al proceso de cristalización incrementa considerablemente la dificultad para resolver las ecuaciones correspondientes.

## Más información:

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. I. Barry Cipra.



Imagen cortesía de [www.snowcrystals.net](http://www.snowcrystals.net).



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



Proyecto Igenio: Matemáticas  
Consejo 200



Centro de Investigación  
Matemática de Canarias



matematicalia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematicalia.net](http://www.matematicalia.net)





# Experimentos con el corazón

La experimentación con corazones humanos reales no es posible, pero sí lo es experimentar con modelos matemáticos precisos del corazón humano, lo cual ha conducido a nuevos avances en la comprensión de sus procesos más complejos. Las matemáticas y el ordenador pueden sustituir años de experimentación en laboratorios. Por ejemplo, gracias a la investigación sustentada en las matemáticas se ha avanzado significativamente en el diseño y la implantación de válvulas artificiales.

Las ecuaciones basadas en la ley de Hooke modelizan la geometría del corazón, al representar las fibras musculares como curvas cerradas de diferentes elasticidades. Las ecuaciones de Navier-Stokes, que describen el flujo de todos los líquidos, proporcionan un modelo del flujo de la sangre dentro y alrededor del corazón. Sin embargo, la forma del corazón cambia constantemente, lo que hace estas ecuaciones especialmente difíciles de resolver, sin que sea posible encontrar soluciones exactas. Las soluciones aproximadas son generadas por ordenador.

## Más información:

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. 1. Barry Cipra.

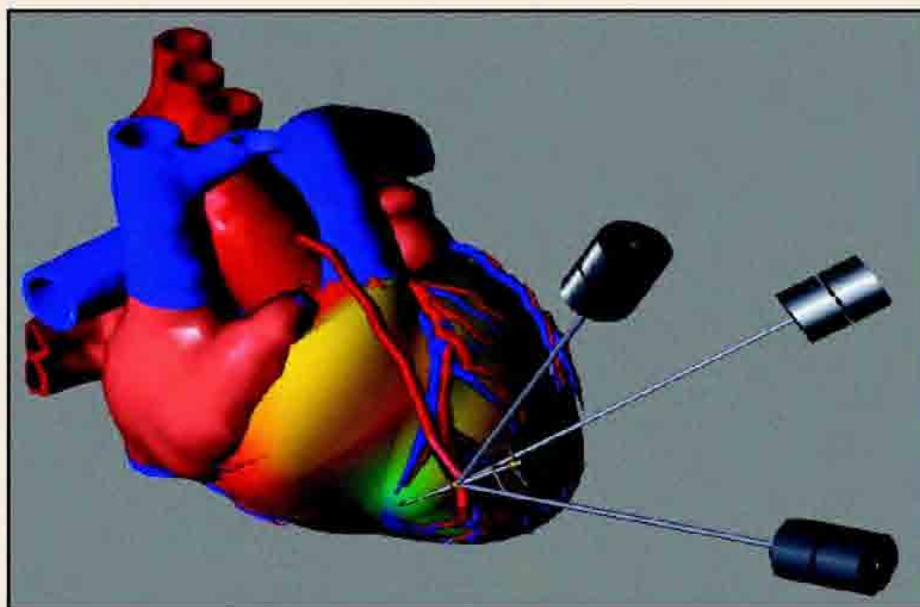


Imagen cortesía del profesor Peter Hunter.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



Proyecto Igenio Matemático  
Concedido 2010



Centro de Investigación  
Matemática de Canarias



matematicalia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematicalia.net](http://www.matematicalia.net)

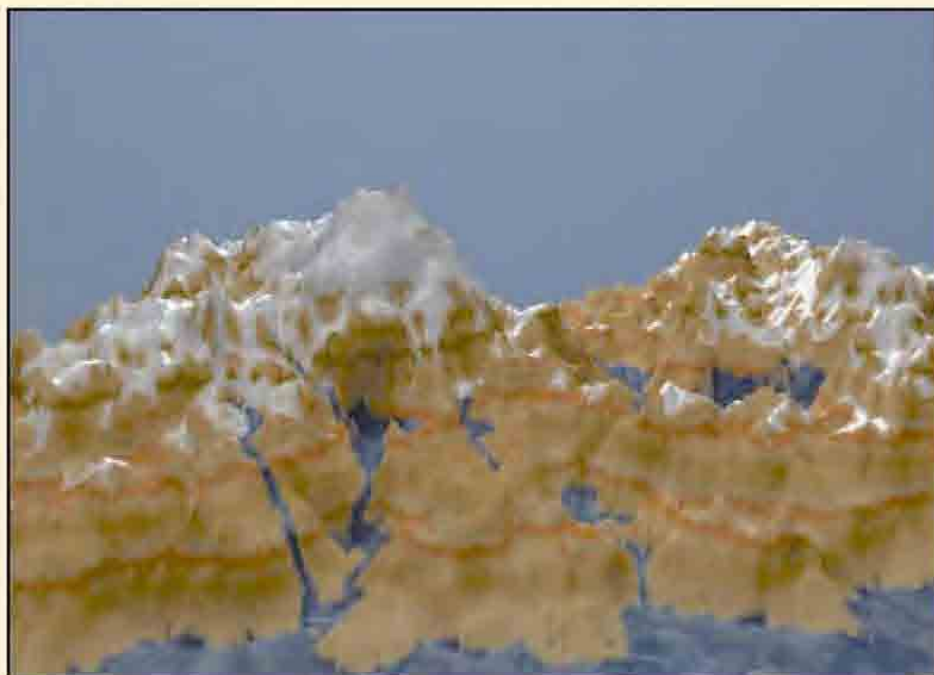
# Mirar el mundo a través de los fractales

Los fractales son objetos matemáticos autosemejantes que hacen que los gráficos por ordenador y las simulaciones resulten más realistas. La autosemejanza de los fractales es como la de una hoja de helecho o la línea de costa de un país: sucesivas magnificaciones producen imágenes cada una de las cuales rememora la original.

Puesto que involucran iteraciones de procesos simples, los fractales aparecen a menudo en el estudio del caos. Al igual que ocurre con un fractal, un sistema caótico tiene una complejidad oculta. Pequeños cambios al principio de un proceso que se retroalimenta pueden producir cambios mucho más drásticos a la larga. Un ejemplo de ello es el "efecto mariposa": el aleteo de una mariposa puede repercutir sobre el clima global varias semanas después de haberse producido.

## Más información:

*Chaos and Fractals*. H. Peitgen, H. Jurgens, D. Saupe (2004).



Fotografía cortesía de Seth Green.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



Proyecto Igenio Matemático  
Concedido 2010



Centro de Investigación  
Matemática de Canarias



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)





# Identificación de productos

La teoría de números, un área de las matemáticas en la que se basa la seguridad de las comunicaciones por Internet, también garantiza la autenticidad del ISBN (*International Standard Book Number*, Numeración Estándar Internacional) de un libro, así como de su UPC (*Universal Product Code*, Código Universal de Producto o código de barras). Los números ISBN auténticos permiten la localización informatizada de los libros, y el UPC identifica a cada libro como único, asegurando que los autores reciben los derechos que les corresponde.

Todos los dígitos de un ISBN, excepto el último, son multiplicados, en aritmética modular, por números prefijados. La suma de esos productos se utiliza para crear un dígito de control, que es el que se añade al final. El dígito de control no sólo sirve como protección contra el fraude intencionado, sino que también detecta posibles errores humanos, como por ejemplo la transposición involuntaria de dos dígitos. Este mismo sistema se utiliza para la emisión de los permisos de conducir en la mayoría de los estados norteamericanos, así como en la emisión de billetes de avión.

## Más información:

*Contemporary Abstract Algebra*. Joseph A. Gallian (1998).



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





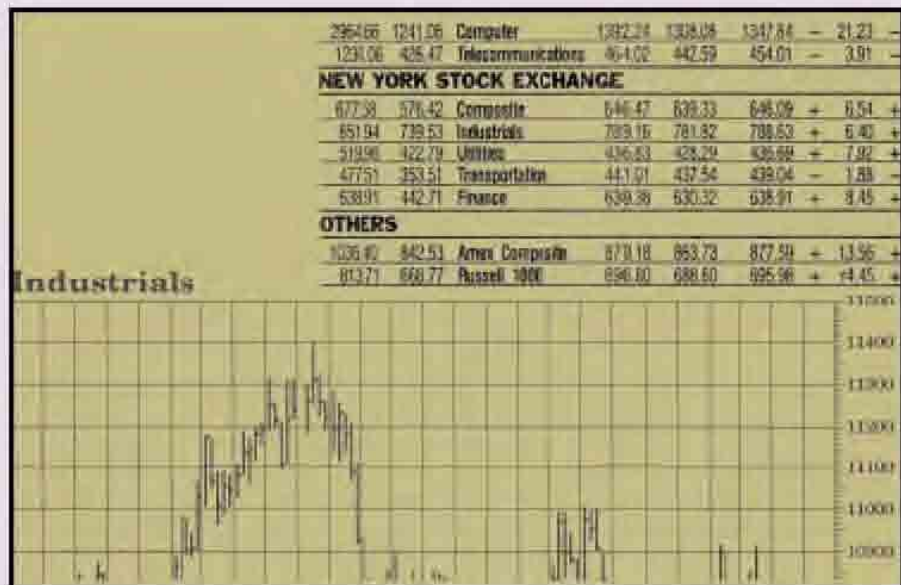
# Inversión en mercados financieros

Los últimos treinta años han sido testigos de la creación de muchos instrumentos financieros sofisticados, como los derivados, que tanto han ayudado a estabilizar la economía. Los derivados financieros son instrumentos matemáticos cuyo valor se deduce del valor de otra cosa, y aunque algunos los consideran arriesgados, su propósito real es disminuir el riesgo compartiéndolo con otros.

El valor presente de una opción futura puede ser calculado aproximadamente mediante una integral en varias variables. Desafortunadamente, la complejidad de esta integral aumenta exponencialmente con el número de componentes de la opción, de modo que los métodos tradicionales de aproximación desbordan rápidamente la capacidad de cálculo de un ordenador. Métodos novedosos, como los cuasi-Monte Carlo que utilizan sucesiones de baja discrepancia, requieren menor número de datos muestrales y son más precisos. Estos métodos hacen posibles los cálculos necesarios.

**Más información:**

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. 3. Barry Cipra.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Dirigir el tráfico en Internet

Entender la forma en que los paquetes de información circulan por Internet constituye todo un reto. El tráfico de la Red se comporta de modo muy diferente a como lo hace el de las líneas telefónicas convencionales. La modelización basada en fractales ha logrado describir satisfactoriamente aspectos del tráfico de datos en Internet que van desde los tiempos que tarda una persona en teclear hasta el tamaño de los archivos que se transfieren.

Mientras que las características de las llamadas telefónicas son, por lo general, predecibles, Internet tiene aspectos, como la duración de una sesión, que a menudo son impredecibles y no se comportan como lo hace el tráfico de voz. Por ejemplo, a medida que aumenta el tiempo de observación de una red telefónica los patrones de tráfico se suavizan. Sin embargo, con los datos de Internet nunca aparece un suavizado: los patrones de tráfico muestran explosiones tanto a escalas temporales cortas como largas. Describir la nueva Internet con la ayuda de matemáticas novedosas puede hacer más predecible nuestra experiencia en el uso de la Red.

## Más información:

"Where Mathematics Meets the Internet". Walter Willinger, Vern Paxson. *Notices of the American Mathematical Society*, September 1998.

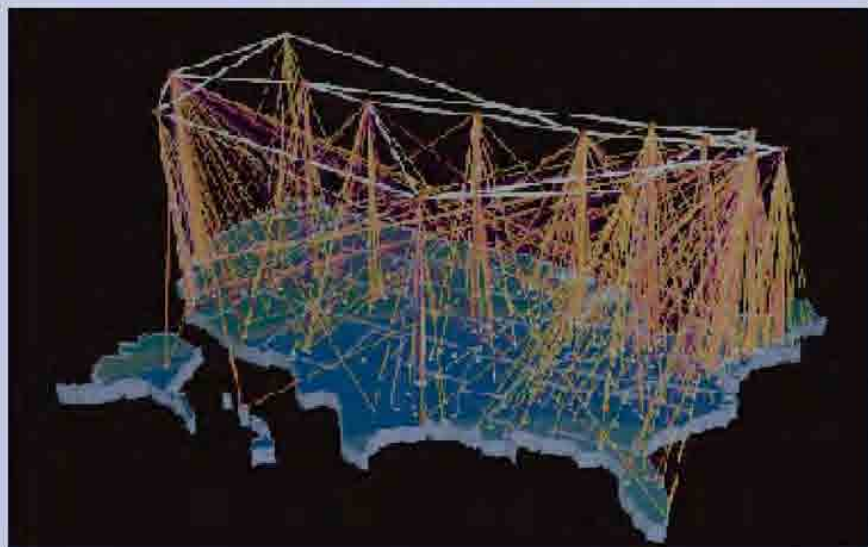


Imagen cortesía de la National Cable Television Association y TECH CORPS.



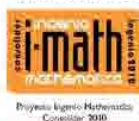
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematicalia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematicalia.net](http://www.matematicalia.net)

# Fabricar lentes de mejor calidad

El diseño de lentes para gafas, especialmente las de graduación progresiva, es una parte de las matemáticas que involucra de forma sorprendente la geometría, la ciencia de materiales y las ecuaciones en derivadas parciales. Es un área de investigación activa que afecta a la vida cotidiana (sobre todo a la de aquellos de nosotros que sobrepasamos los cuarenta).

La continuidad en la transición de la capacidad de ampliación de una lente progresiva es conveniente para el usuario pero problemática para el diseñador, que se enfrenta a la tarea de combinar partes de al menos dos esferas diferentes en una sola lente.

Lo que es más, las diferencias en la curvatura de las esferas resultan en una distorsión (astigmatismo) que se reduce con una corrección cilíndrica, una compresión de las esferas ya sea lateral o verticalmente. Así, el diseñador debe combinar partes aplanadas de diferentes esferas de tal forma que la transición de unas a otras pase lo más desapercibida posible. Los avances en geometría diferencial, la geometría de las superficies curvas, han contribuido al diseño más rápido y más eficiente de lentes. Ahora se puede encontrar la forma óptima de una lente evitando el tedioso proceso de ensayo y error.

## Más información:

Darryl Meister. *Lens Talk*, Vol. 26, No. 13.



Imagen cortesía de Visioncoast Inc.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Trazar el mapa de nuestro cerebro

Las matemáticas se usan para entender cómo se identifican de forma precisa las partes del cerebro que se corresponden con funciones específicas. La investigación actual incluye el trazado del mapa bidimensional de nuestro cerebro tridimensional, de forma similar a como se traslada el globo terráqueo a un mapa. Sin embargo, representar el cerebro es más complicado debido a la cantidad de fisuras y dobleces que tiene su superficie.

Puntos del cerebro que en realidad están a diferentes profundidades pueden aparecer próximos en una imagen convencional. Para desarrollar mapas del cerebro humano que distingan esos puntos, los investigadores usan la topología y la geometría, incluyendo la geometría esférica y la hiperbólica. Las transformaciones conformes, correspondencias entre el cerebro y su mapa plano que no distorsionan los ángulos entre los puntos, son especialmente importantes para obtener una representación precisa del mismo. Así como los mapas de la Tierra ayudan a la navegación, las transformaciones conformes sirven de guía a los investigadores en su empresa de comprender nuestro cerebro.

## Más información:

<http://www.math.fsu.edu/~mhurdal/research/flatmap.html>.

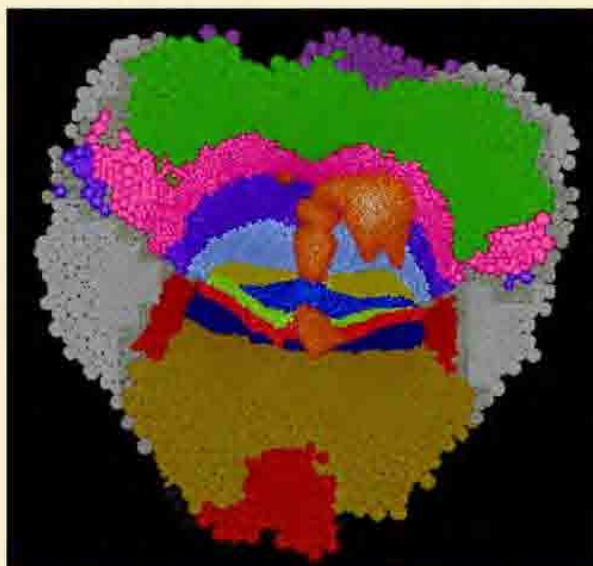


Imagen cortesía de la Dra. Monica K. Hurdal (mhurdal@math.fsu.edu), Dept. of Mathematics, Florida State University.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



# La identificación a través del iris

El reconocimiento del iris podría ayudarnos a vivir en un mundo sin claves PIN, identificándonos sólo por mirar al cajero automático. La identificación mediante el iris se basa en el reconocimiento de patrones, las wavelets y la estadística. Los dos primeros campos se usan para traducir los patrones de nuestros iris en cadenas de ceros y unos, mientras que la estadística establece que el iris que se ha escaneado es realmente el nuestro.

El iris es una característica física adecuada para usar como identificación debido a la variabilidad tan grande de patrones de iris que existen, incluso entre hermanos gemelos. Esta variabilidad garantiza que la identificación es correcta cuando el código del iris que se ha escaneado concuerda con otro almacenado en dos tercios de bits, como mínimo. Además, el ojo y el iris, por su forma y localización, son fáciles de encontrar por un escáner. Una vez que se localiza el iris, se usan wavelets para traducir en dos bits el patrón de la muestra de iris que se ha tomado. Estos bits reflejan la concordancia entre esa porción de iris y wavelets específicas. Para codificar un iris en su totalidad son necesarios unos 2.000 bits. La identificación se completa al encontrar una concordancia relativa entre ese patrón de bits y uno de los miles de códigos de iris que se almacenan en la base de datos. Esta comparación se hace en paralelo, por lo que el proceso se completa en una abrir y cerrar de ojos.

## Más información:

"Iris Recognition". John Daugman. *American Scientist*.

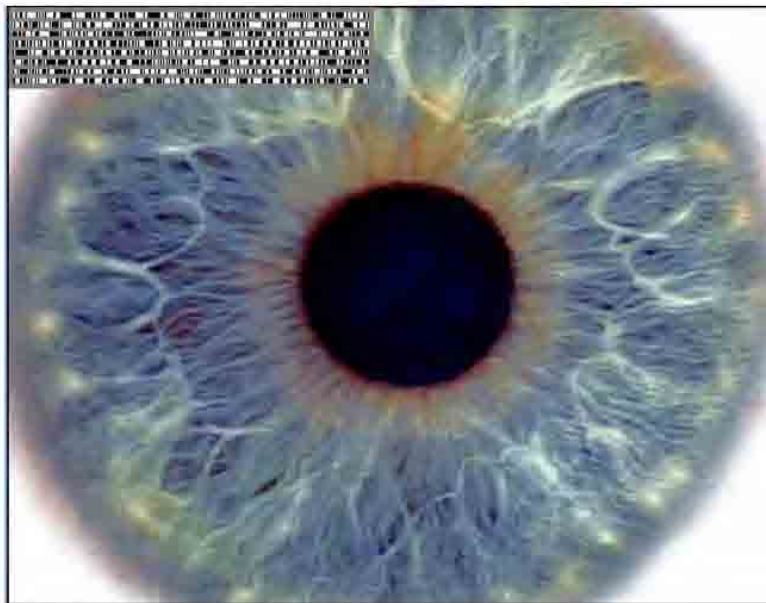


Imagen cortesía de John Daugman.



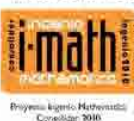
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)





# Pujar inteligentemente

La fórmula básica, familiar para mucha gente, es sólo una de las muchas formas en que se puede celebrar una subasta. Por ejemplo, en una "subasta de segundo precio", la mayor puja obtiene el objeto, pero al precio de la segunda mejor oferta. (No es tan malo para el vendedor como pudiera parecer, porque las pujas son más agresivas siguiendo este formato). Estas y otras fórmulas de celebración de subastas se estudian usando modelización matemática, teoría de juegos, combinatoria, programación entera y optimización. Los investigadores han llegado a la conclusión fundamental de que los pujadores menos experimentados casi siempre ofrecen más de lo que deberían.

Internet es un factor que ha conducido a un incremento en el número de objetos que se venden en subasta. Las subastas de reversión, en las cuales una compañía que necesita un producto permite a los distribuidores pujar sobre el precio de modo que el que ofrece el precio más bajo es el ganador, también están cobrando popularidad. Algunas de las fórmulas novedosas diseñadas para la celebración de subastas permiten pujas sobre grupos de objetos o incluyen más de una ronda de ofertas. La industria de aerolíneas es un ejemplo del aumento de la frecuencia con la que se celebran las subastas: la puerta de salida de un vuelo y el valor del bono que se recibe por ceder el sitio a otro pasajero pueden estar determinados por medio de una subasta.

## Más información:

*The Economic Theory of Auctions*. Paul Klemperer, ed.



Dama Breslin / Art270.



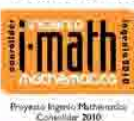
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



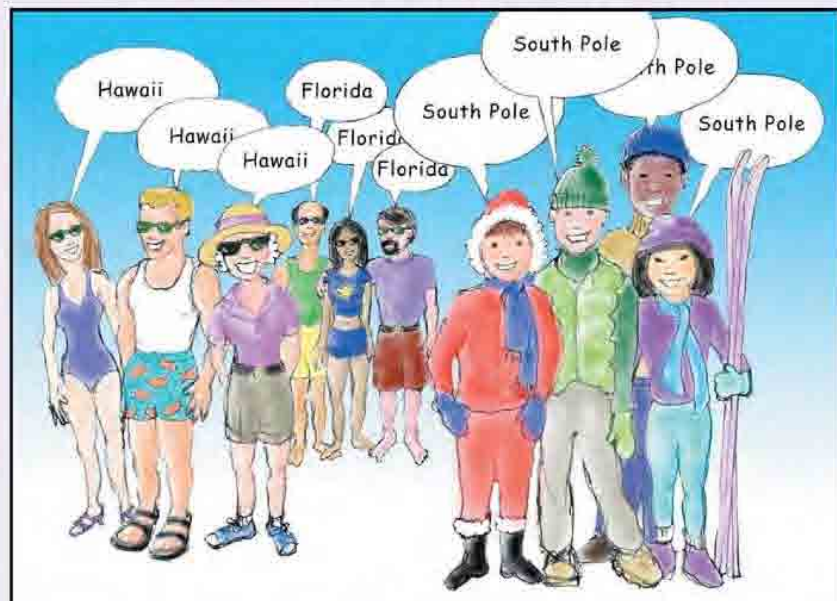
# Hacer que los votos cuenten

Los resultados de las elecciones que ofrecen varias alternativas sin que ninguna sea claramente preferida por la mayoría están determinados más por el procedimiento de votación utilizado que por los votos en sí mismos. Los matemáticos han demostrado que en esas elecciones son muy probables los resultados ilógicos. Por ejemplo, la mayoría del grupo de la imagen quiere ir a un sitio cálido, pero la opción ganadora en número es el Polo Sur. Por lo que si esa gente elige el destino de vacaciones de su grupo de la misma forma en que se llevan a cabo normalmente las elecciones, todos ellos irán al Polo Sur y seis personas resultarán decepcionadas, cuando no congeladas.

Las elecciones donde sólo cuenta la preferencia principal de cada votante son el equivalente de un colegio que elige a su mejor estudiante sobre la única base del número de sobresalientes que ha obtenido. La escasa equidad de tal situación ha llevado al desarrollo de otros métodos de votación. En uno de esos métodos, a cada elección se le asignan puntos, como se hace con las calificaciones. Con este sistema, la misma gente de antes se iría de vacaciones a un lugar cálido, una solución más ajustada a los deseos del grupo. Los matemáticos siguen estudiando los métodos de votación en la confianza de encontrar procedimientos más equitativos para que nadie se vea arrojado injustamente al frío.

**Más información:**

*Chaotic Elections: A Mathematician Looks at Voting.* Donald Saari.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).







# Simular galaxias

Las galaxias pueden distar más de cien mil años luz, estar formadas por cientos de billones de cuerpos celestes, y tener una masa de más de un trillón de veces la de nuestro Sol. Modelizar sistemas tan enormes y complejos, en los que muchas de las estrellas tienen órbitas caóticas, requiere de nuevas técnicas computacionales. Los avances en la velocidad y memoria de los ordenadores y la computación en paralelo han mejorado esos modelos, pero los avances en los algoritmos (la forma en que las matemáticas de un problema se convierten en pasos que un ordenador puede dar) son indispensables para el desarrollo de modelos precisos de las galaxias.

La complejidad de simular el comportamiento de una galaxia no se limita sólo a la galaxia misma. Como una galaxia generalmente forma parte de un aglomerado o superaglomerado de ellas, un elemento a tener en cuenta serán también las fuerzas externas que esos conglomerados mayores ejercen sobre la propia galaxia. Por esta razón, los modelos deben ser precisos con independencia de la escala. En vez de resolver por métodos numéricos las ecuaciones del modelo uniformemente en todos los sectores, los investigadores emplean algoritmos multi-escala que efectúan más cálculos en aquellos sectores que han sido determinados como más significativos. Esta clase de técnica emplea la potencia de cálculo de los ordenadores de forma más eficiente, lo que nos da una visión fugaz de la estructura subyacente en el universo.

**Más información:**

<http://archive.ncsa.uiuc.edu/Cyberia/Cosmos/CosmosGoDigital.html>.

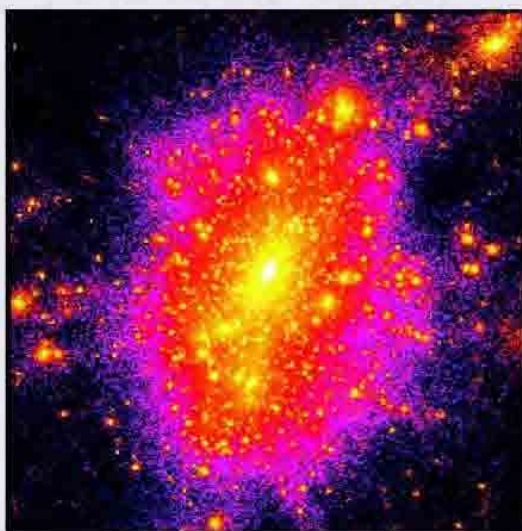


Imagen cortesía de Joachim Stadel y Thomas Quinn.

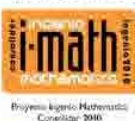


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Desvelar los secretos de la naturaleza

La ecología matemática es un campo activo y en expansión de investigación interdisciplinar entre las matemáticas y la ecología, que utiliza casi todas las ramas de las matemáticas (álgebra lineal, análisis, ecuaciones diferenciales, procesos estocásticos, simulaciones numéricas, estadística) para entender y modelizar los biosistemas complejos. Esta modelización ayuda a establecer parámetros y umbrales muy importantes, tales como el área necesaria para mantener una determinada especie o la velocidad con que una especie invasiva se extenderá por una región.

Los modelos deben ser lo bastante complejos como para poder capturar la forma en que una sola especie interactúa con otras y con su medio ambiente. Los investigadores en ecología matemática se enfrentan hoy a la tarea, mucho más sobrecogedora, de intentar simular varias redes de organismos interconectados en distintas escalas de tiempo, tamaño y espacio. A tal fin recurren a algunas ramas de las matemáticas relativamente nuevas como, por ejemplo, los sistemas dinámicos no lineales y la estadística espacial.

## Más información:

*Mathematical Models in Biology*. Leah Edelstein-Keshet.



Imagen cortesía de Royce B. McClure, © Royce B. McClure.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Doblar por diversión y por descubrimiento

El origami, o papiroflexia, puede no parecer un tema digno de investigación matemática o incluso carecer de aplicaciones sofisticadas. Sin embargo, cualquiera que haya tratado de doblar un mapa de carreteras o envolver un regalo sabe que no es ninguna trivialidad.

Matemáticos, informáticos e ingenieros han descubierto recientemente que esta disciplina centenaria puede ser aplicada a la resolución de muchos problemas en la actualidad. Las técnicas del origami se utilizan hoy en día para doblar de manera eficiente objetos tales como los airbags de los automóviles y los grandes telescopios espaciales. Incluso pueden tener relación con la forma en que se doblan las proteínas.

Frecuentemente, los fabricantes quieren hacer un producto de una sola pieza. El problema que se plantea es decidir si una determinada forma se puede doblar y en tal caso cuál es el modo más eficiente de hacerlo. Así, muchos de los problemas de investigación en origami están relacionados con la complejidad de algoritmos y la teoría de optimización. Un testimonio a la diversidad del origami, así como a la potencia de las matemáticas, es su aplicabilidad a problemas a nivel molecular, a la fabricación de productos, y al espacio exterior.

## Más información:

<http://db.uwaterloo.ca/~eddemain/papers/MapFolding>.



Modelo diseñado por Thomas Hull (Merrimack College) y Francis Ow, realizado por Papaloe (Joe Gilardi).



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Buscar en la Red

Imaginen lo que sería intentar encontrar la información correcta de manera rápida en una biblioteca donde millones de millones de páginas se encuentran apiladas de forma aleatoria, en vez de hallarse encuadernadas en libros ordenados en estanterías. Eso es lo que los motores de búsqueda de la Red hacen millones de veces al día. La primera generación de motores solían encontrar páginas relevantes, pero podía ocurrir que esas páginas ocuparan posiciones demasiado bajas en la lista de resultados como para resultar útiles en la práctica. Los actuales motores de búsqueda clasifican las páginas por medio de ramas de las matemáticas como la probabilidad, la teoría de grafos y el álgebra lineal de modo que aquellas que tienen más relación con la consulta aparecen en las primeras posiciones, que es donde el usuario puede verlas con mayor facilidad.

El gran número de páginas y conexiones que existen en la Red se puede representar como un grafo donde los nodos son las páginas de la Red y los bordes dirigidos son los enlaces. Los motores de búsqueda actuales determinan la importancia de una página en relación con una consulta a base de incorporar la importancia de las páginas a las que enlaza y desde las que la enlazan. Así, a la hora de efectuar una búsqueda los enlaces de una página pueden resultar tan importantes como su propio contenido. La clasificación final proviene de técnicas de álgebra lineal y probabilidad, las cuales ayudan a formular y resolver ecuaciones que, según los fundadores de un conocido motor de búsqueda, contienen millones de variables y millones de millones de términos. En el futuro, los motores de búsqueda podrían usar la inteligencia artificial así como la información obtenida en consultas previas para discernir sobre la intención real de una consulta dada.

## Más información:

“Better Searching Through Science”. David Voss. *Science*, 14 September 2001.



**Notices Search Results for 'algorithm + matching'**

Documents 1 - 50 of 67 matches. More ★'s indicate a better match.

---

**Standing the Test of Time: The Data Encryption Standard, Volume 47, Number 3 ★★★★★**  
 ... impossible to break. With their reliance on elementary number theory, public-key systems have captured mathematicians' imagination. Then a private-key system ...  
[http://www.ams.org/notices/200003/jan\\_tandem.pdf](http://www.ams.org/notices/200003/jan_tandem.pdf) 0102000, 116237 bytes

**The Cooley-Tukey FFT and Group Theory, Volume 48, Number 10 ★★★★★**  
 ... of Applied Mathematics? This thirteenth question was answered by showing that in fact the finite Fourier transform and the family of efficient algorithms are of interest to both pure and applied ...  
[http://www.ams.org/notices/200110/jan\\_mayland.pdf](http://www.ams.org/notices/200110/jan_mayland.pdf) 0107001, 25832 bytes

**Karp and Smale Receive National Medals of Science ★★★**  
 ... for L is to decide, given an input  $x$ , whether  $x \in L$ . The set L is in the complexity class P if there exists an algorithm that solves the membership problem for L, and runs in time bounded by ...  
<http://www.ams.org/notices/199611/comm-medals.pdf> 0108009, 142883 bytes

**Doctoral Degrees Conferred 1995-1996 ★★**  
 Doctoral Degrees Conferred 1996-1997 ALABAMA Auburn University (12) Discrete and Statistical Sciences Boing, Patricia. Bowie algorithm for Steiner triple systems ...  
<http://www.ams.org/notices/199707/boeing.pdf> 0308009, 292554 bytes



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
 Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia  
 revista digital de divulgación matemática  
[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)





# Realzar la propia imagen

La restauración de trabajos visuales es un proceso muy antiguo, que hasta hace poco sólo era realizado manualmente por expertos. Hoy en día muchos de nosotros utilizamos los ordenadores para retocar fotografías digitales, aunque la tarea sigue siendo laboriosa. Un nuevo y prometedor campo de investigación en matemáticas es el desarrollo de algoritmos que resuelvan ecuaciones en derivadas parciales para retocar imágenes digitalmente con una intervención y esfuerzo mínimos por parte del usuario. La técnica se puede usar, como en el ejemplo de abajo, para recuperar fragmentos perdidos al transmitir imágenes sin necesidad de volver a transmitir los datos.

La aparente facilidad con la que estos nuevos algoritmos restauran las imágenes enmascara la dificultad real subyacente en la creación de programas que imitan el entrenamiento natural de la vista y la mano de un profesional. Los métodos de interpolación digital de imágenes deben incorporar no sólo la información sobre los colores próximos al área incompleta, sino también sobre la dirección de cambio en los límites entre las líneas existentes y las que faltan. Algunos de los procesos de interpolación de imágenes se basan en técnicas como la dinámica de fluidos computacional, que garantiza que la información conocida "fluye" continuamente en las áreas necesarias. Así, los resultados del bien conocido campo de la dinámica de fluidos computacional son aplicados al más reciente de la interpolación digital de imágenes, para que todos puedan obtener la imagen al completo.

### Más información:

"Filling in Blanks". Ivars Peterson. *Science News*, 11 May 2002.



Fotografías cortesía de S. Rane y G. Sapiro.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).



# Vencer a la enfermedad

Desde modelizar genes microscópicos y proteínas hasta rastrear la progresión del avance de una epidemia en un determinado país, las matemáticas han desempeñado un papel muy importante en la lucha contra la enfermedad. Por ejemplo, el modelo básico que se usa para analizar la dinámica de una enfermedad infecciosa es un sistema de ecuaciones diferenciales. Un campo reciente denominado minería de datos (*data mining*), que involucra la estadística y el reconocimiento de patrones, ayuda a localizar información significativa entre la ingente cantidad de datos que se recogen en los estudios de las enfermedades realizados sobre poblaciones.

Las matemáticas desempeñan un papel clave a la hora de relacionar los cambios que se producen en el genoma humano con determinadas enfermedades. También han ayudado en recientes batallas contra la plaga de la fiebre aftosa del Reino Unido y contra la enfermedad de Chagas, que afectó a millones de personas en Latinoamérica. Los epidemiólogos que estudiaron la plaga de la fiebre aftosa usaron modelos matemáticos para llegar a la conclusión de que los esfuerzos iniciales fueron insuficientes para contener la calamitosa propagación de la enfermedad que sobrevino después. El gobierno aceptó tal conclusión y tomó una determinación drástica, pero efectiva, que detuvo la epidemia. En Latinoamérica, los matemáticos realizaron simulaciones informáticas de varias vías posibles de actuación contra la enfermedad de Chagas y encontraron un sistema simple, pero terriblemente efectivo, de reducir los niveles de infección: mantener los perros fuera de los dormitorios. Estos ejemplos tienen tres importantes características en común: un modelo matemático de la enfermedad, el uso de ordenadores para la realización de los cálculos requeridos por dicho modelo, e investigadores con la perspicacia de diseñar los primeros de manera que rentabilicen la potencia computacional de los segundos.

**Más información:**

*Infectious Diseases of Humans: Dynamics and Control.* R.M. Anderson, R.M. May.

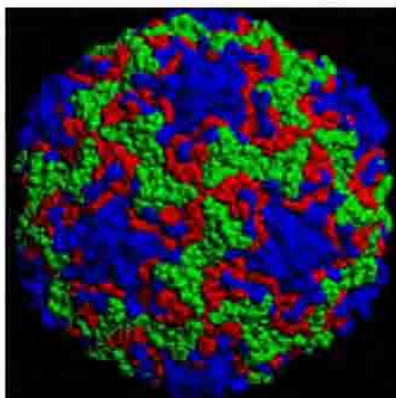


Imagen cortesía de Jean-Yves Sgro, Universidad de Wisconsin-Madison. La introducción de un código de colores en las proteínas del Rhinovirus facilita la percepción de su simetría icosaédrica ©1993.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).





# La revolución informática

Dentro de veinte años los chips de los ordenadores serán tan pequeños que los efectos de la mecánica cuántica reemplazarán a las leyes físicas que ahora damos por sentadas. Mientras que hoy en día los ordenadores se basan en bits que toman los valores cero o uno, la unidad básica de la informática cuántica es el bit cuántico, el *qubit*, que puede valer cero y uno simultáneamente (con una probabilidad asociada a cada uno de estos valores). En el mundo extraño de la informática cuántica, procedimientos tan complicados como la factorización de números grandes se hacen mucho más rápidamente, porque la ingente cantidad de pasos necesarios se realizan de forma concurrente. La meta última de los matemáticos, físicos, informáticos e ingenieros en este campo es crear un ordenador cuántico que pueda solucionar en segundos ciertos problemas que a los más potentes ordenadores actuales les llevaría millones de millones de años resolver.

Entre las capacidades de un ordenador cuántico estaría la habilidad de hacer los cálculos necesarios para acabar con los métodos de encriptación electrónicos actuales. Esto no es tan alarmante como pudiera parecer, puesto que los criptógrafos ya han diseñado algoritmos que sacan partido de un principio de la mecánica cuántica que enuncia que la mera observación del estado de un sistema lo modifica. Por lo tanto, los usuarios de una red de comunicaciones cuántica podrían detectar cualquier intento de intrusión. Resulta irónico que las mismas leyes que gobiernan la barrera hacia la miniaturización de los ordenadores actuales puedan ser de gran ayuda para el futuro de la informática.

### Más información:

"Rules for a Complex Quantum World". Michael A. Nielsen. *Scientific American*, November 2002.

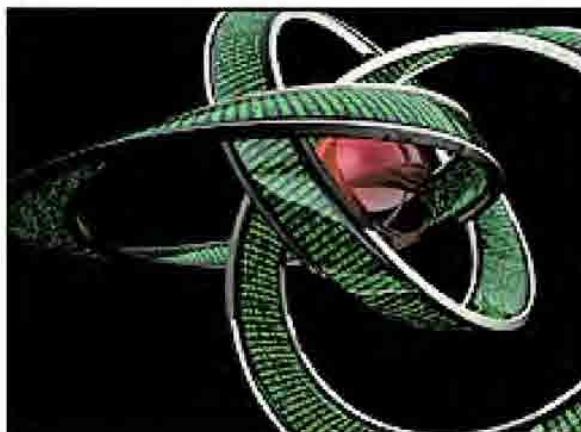


Imagen cortesía de MITRE Corporation.

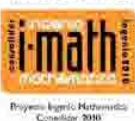


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).



# Cortar el cordón

El tamaño de un teléfono móvil no da idea de la cantidad tan considerable de actividad que se despliega en su interior. En un teléfono digital el procesador convierte nuestra voz en una corriente de ceros y unos que se transmiten a una estación base, donde es recibida, repetida y reconvertida de nuevo a su sonido original (en realidad, a una reproducción muy buena de su sonido original) por el teléfono receptor. Además de enviar nuestras palabras, el teléfono transmite un código de identificación y determina la estación base más cercana. Se usan algoritmos de rechazo para ayudar a mantener una conversación continua a medida que el teléfono cambia de posición (recordemos que E.T. no llamó a casa hasta **después** de aterrizar).



Fotografía cortesía de Tiny Love

Incluso cuando un teléfono móvil permanece estático se producen interferencias en la transmisión y en la recepción, debidas a obstáculos tales como edificios y árboles, así como a otros tipos de señales. En un mundo más simple, con un único teléfono móvil y una antena, se podría representar mediante un número complejo la variación resultante (en amplitud y fase) de una señal. Con teléfonos y antenas múltiples se necesita una gran matriz de números para representar todas las variaciones. El tamaño de estas matrices hace que su computación exacta sea impracticable, aunque están siendo modelizadas satisfactoriamente usando la teoría de matrices aleatorias. Estos modelos hacen posible un análisis del funcionamiento del sistema así como la determinación de su capacidad límite, con el propósito de optimizar su diseño. Una tecnología nueva, muy interesante, también permite disponer de un servicio de banda ancha mediante el uso de múltiples antenas, incluso para un único teléfono celular.

### Más información:

*The Cell Phone Handbook.* Penelope Stetz.

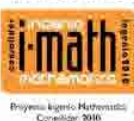


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



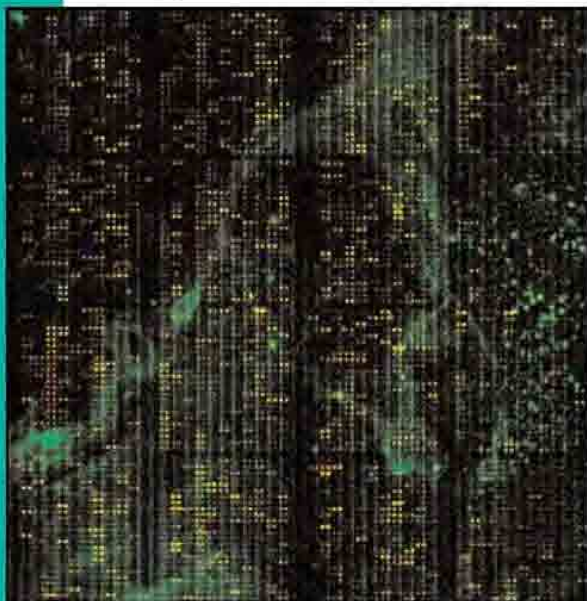




# Identificándonos

La tecnología punta usada por los investigadores para identificar genes activos (expresados) en las células es el denominado *microarray* (micromatriz): un "gen chip" marcado, no con circuitos, sino con ADN. Los genes activos de muestras celulares etiquetadas con fluorescente y colocadas en el chip aparecen cuando se combinan con sus complementarios presentes en el ADN del chip. La cantidad de información generada por esta actividad microscópica es enorme: una única fila de una matriz puede llegar a tener 15.000 puntos. El reconocimiento de patrones y el análisis de imágenes son dos campos que utilizan las matemáticas para ayudar a extraer de los microarrays información genética relevante sobre diversas enfermedades, entre ellas el Alzheimer y el Parkinson. En el futuro, los microarrays permitirán una aplicación individualizada de la medicina, en la cual el médico podrá utilizar esos chips para diagnosticar las enfermedades y determinar el mejor tratamiento en función del perfil genético único de cada individuo.

En un área especial de la medicina como es la investigación sobre el cáncer, los puntos de cada columna de una matriz pueden ser contemplados como coordenadas genéticas de muestras de tumores. Pero el número de coordenadas es tan grande que es difícil identificar los que son similares. Existen algoritmos que emplean estadística y diversas medidas de distancia en varias dimensiones para agrupar los tumores genéticamente similares en *clusters* (aglomerados), de modo que puedan realizarse luego experimentos con tratamientos correspondientes a los clusters.



En un caso concreto, la tecnología de los microarrays no sólo distinguió entre dos tipos diferentes de leucemia (comprobando en el tiempo que se tarda en pulsar la tecla "enter" del ordenador algo que tardó 35 años en ser descubierto), sino que también encontró clusters diferentes en tumores que se pensaba eran similares, por lo que hubo que realizar pruebas clínicas para confirmar la diferenciación.

### Más información:

"Gene Chips and Functional Genomics". Hisham Hamadeh, Cynthia A. Afshari. *American Scientist*, November–December 2000.

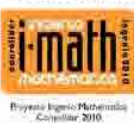


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



# Dar vida a un robot

Hoy en día, robots de todas las formas y tamaños realizan tareas tan rutinarias como pasar la aspiradora por el suelo del salón y tan sorprendentes como descubrir un conducto hidrotermal en el fondo del océano. Geometría, estadística, teoría de grafos, ecuaciones diferenciales y álgebra lineal son algunas de las ramas de las matemáticas que permiten la navegación y la toma de decisiones para que los robots funcionen autónomamente, realizando tareas que nosotros no podemos o no queremos hacer.

El robot de la fotografía no sólo baila, sino que también saluda a los visitantes y los acompaña a sus destinos, dándoles noticias e información del tiempo por el camino. Estas habilidades requieren algoritmos para la visión, reconocimiento de patrones, reconocimiento de voz, y manejo de la incertidumbre para que la acumulación de errores no lo vuelva ineficiente. La mayoría de los investigadores piensa que aún estamos muy lejos de crear máquinas que se comporten como seres humanos, pero mejorando los algoritmos podremos mejorar las capacidades de los robots, que ya han sido aprovechadas en el espacio, en rescates en áreas catastróficas, e incluso en los quirófanos, donde los médicos usan brazos robotizados que permiten realizar una cirugía menos invasiva y más precisa.

**Más información:**

*Robots.* Ruth Aylett.



Getty Images.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# Conectados

Los miembros de una comunidad, las neuronas en el cerebro, las páginas de Internet, junto con sus respectivas conexiones, son todos ellos ejemplos de redes. Los matemáticos estudian determinadas características de las redes, como el número y la distribución de sus conexiones, para descubrir lo que tales atributos puedan revelar sobre la naturaleza intrínseca de la red en cuestión. Por ejemplo, los colores del cuadro mostrado abajo indican el nivel de trastorno que ocasionaría a la red la supresión de un nodo, en este caso una célula viva. El descubrimiento y la verificación de este tipo de propiedades de una red tiene gran importancia para un amplio rango de aplicaciones que se extienden desde lo microscópico hasta lo mundial, incluyendo la protección de ordenadores y de seres humanos contra los virus.

El estudio de las redes generó la frase "seis grados de separación", el tema de un juego relativo a la conexión que existe entre los actores en función de su filmografía común. En un experimento llevado a cabo en la década de los 60 del pasado siglo, más de cien personas del medio oeste americano elegidas aleatoriamente resultaron estar relacionadas con un determinado agente de bolsa de Massachussets (a través de un amigo de un amigo de un amigo, etc.) después de seis etapas, en promedio. El hecho de que esas personas pudieran estar relacionadas de una forma tan inmediata fue toda una revelación, y demostró que incluso una red muy grande podía ser, en realidad, un pañuelo. Hoy los investigadores usan parámetros de teoría de grafos y probabilidades para analizar las redes y determinar si una red complicada, ya sea de suministro eléctrico o de actores relacionados con Kevin Bacon, puede ser realmente catalogada como un pequeño mundo.

**Más información:**

"Scale-Free Networks". Albert-László Barabási, Eric Bonabeau. *Scientific American*, May 2003.

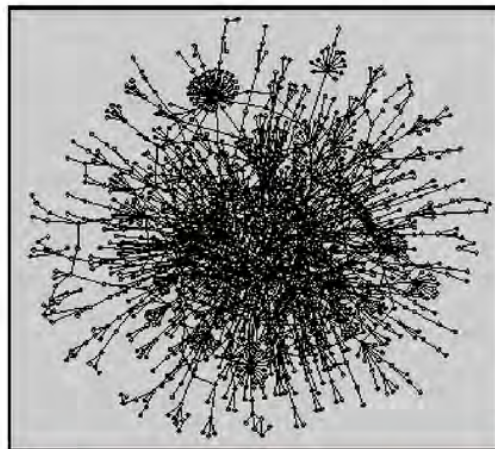


Imagen de las interacciones proteína-proteína, cortesía de Hawoong Jeong (KAIST).

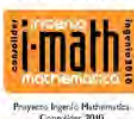


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Ganar la batalla a los atascos de circulación

No, no son imaginaciones suyas: el tráfico rodado **está** cada vez peor. En los últimos treinta años el número de kilómetros recorridos por los automóviles se ha duplicado con creces, mientras que el espacio ocupado por las carreteras ha aumentado sólo en un seis por ciento. Aunque la construcción de nuevas carreteras no es sinónimo de alivio: contrariamente a lo que dicta la intuición, el estudio del tráfico ha revelado que una nueva carretera puede aumentar la congestión de toda una red viaria. Disciplinas matemáticas tales como la teoría de colas y las ecuaciones en derivadas parciales contribuyen a entender el fenómeno de la circulación rodada, que es una *ola que se propaga hacia atrás*: los automóviles se mueven hacia delante, pero los atascos van hacia detrás.

El estudio matemático del tráfico es relativamente nuevo. Un informe federal norteamericano ha concluido que la revolución de la información, o sea, la combinación de ordenadores con mayor potencia computacional, telecomunicaciones, y modelos numéricos más eficientes afectará al transporte tanto como la invención del automóvil y de los motores a reacción. El análisis del tráfico (y de las predicciones meteorológicas) requiere de muchas variables, tales como la velocidad de conducción, duración del trayecto, hora del día en que se viaja y punto de origen, e implica el uso de la teoría del caos, ya que un cambio minúsculo en la carretera puede modificar de forma drástica las condiciones del viaje. Sin embargo, a diferencia de los cambios climáticos, el tráfico puede verse alterado en respuesta a una predicción, por ejemplo si se decide seguir una ruta alternativa; decisión que hoy toma el conductor, y en el futuro, quizá, los propios automóviles.

## Más información:

*What's Happening in the Mathematical Sciences*, Vol. 5. Barry Cipra.



Imagen cortesía de Puget Sound Regional Council.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# A la carga por el espacio

Las alteraciones electromagnéticas que tienen lugar en el Sol, a ciento cincuenta millones de kilómetros de distancia, no nos afectan, pero sin embargo una tormenta solar de envergadura puede tener graves consecuencias en los satélites, la electricidad y las comunicaciones. Por ejemplo, en 1989 unas explosiones solares ocasionaron el colapso de una importante red eléctrica, dejando sin luz a más de seis millones de personas en Canadá. Los meteorólogos espaciales tienen ahora modelos matemáticos más avanzados mediante los cuales efectúan predicciones estadísticas sobre la actividad solar y sus efectos. Las predicciones han mejorado con la ayuda de la tecnología, pero sin las nuevas matemáticas y un refinamiento de los modelos incluso los mejores ordenadores estarían perdidos en el espacio.

Los modelos del clima espacial se basan en las ecuaciones de la electricidad y el magnetismo de Maxwell y en las ecuaciones de la dinámica de fluidos, que debido a su complejidad tienen que ser resueltas numéricamente. Los satélites que se han lanzado recientemente, incluyendo cuatro que mantienen una formación tetraédrica y producen una imagen tridimensional del clima espacial, nos proveen de la información necesaria para entender el medio ambiente espacial y permiten alertar sobre potenciales alteraciones en los servicios.

**Más información:**

*Storms from the Sun.* Michael J. Carlowicz, Ramon E. Lopez.

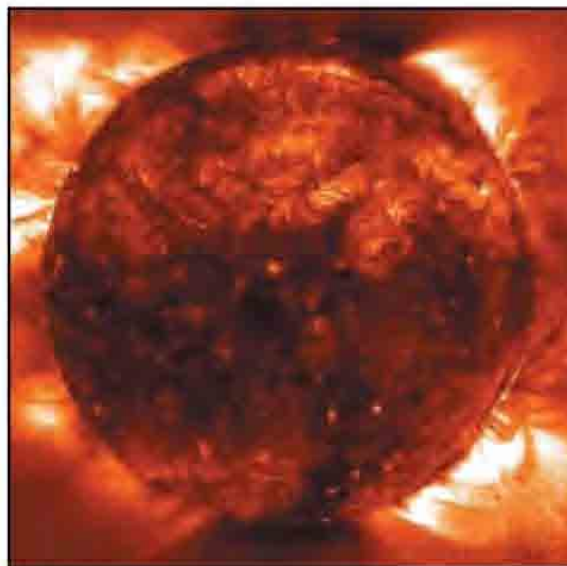


Imagen cortesía de SOHO (ESA & NASA)



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



# Trazar rutas

El llamado *problema del viajante* consiste en encontrar la ruta más corta atravesando exactamente una vez cada ciudad asignada (la ruta mostrada en la imagen visita más de 13.000 ciudades). El problema es notable por su complejidad, que crece exponencialmente con el número de ciudades, y por sus aplicaciones, que abarcan desde el cableado de un chip hasta organizar el calendario de las tripulaciones de las líneas aéreas. Los investigadores usan teoría de grafos y programación lineal para resolver el problema cuando es factible y para encontrar soluciones cuasi-óptimas en caso contrario, ahorrando tiempo y dinero a la industria.

Puede que no haya nunca una solución practicable para el problema del viajante. Pero incluso sin conocer la mejor respuesta, los matemáticos pueden estimar cuánto de próxima está una ruta dada a la óptima. Lo que quizá resulte más sorprendente aún es que al operar en un mapa de 25.000 ciudades, los algoritmos actuales diseñan caminos cuyas longitudes están dentro del 0,01% de la longitud correspondiente al camino más corto.

### Más información:

*The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization.* Lawler, Lenstra, Rinnooy Kan, Shmoys.

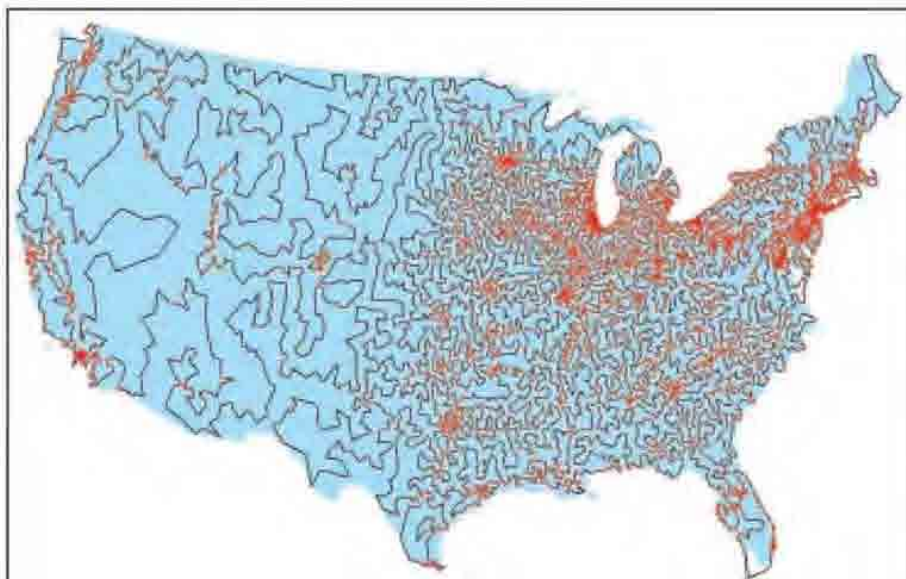


Imagen cortesía de D. Applegate, R. Bixby, V. Chvátal y W. Cook, [www.math.princeton.edu/tsp](http://www.math.princeton.edu/tsp).



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).







# Liberar las células

Los procesos celulares son tan maravillosos como misteriosos son sus mecanismos individuales. Los biólogos moleculares y los matemáticos están empezando a modelizar operaciones como la división celular, el movimiento y la comunicación, tanto intracelular como entre células diferentes. El análisis de las células requiere el uso de ramas de las matemáticas muy diversas, ya que la descripción de la actividad celular supone una combinación de modelos continuos basados en ecuaciones diferenciales y modelos discretos provenientes de disciplinas como la teoría de grafos.

Puede resultar sorprendente, pero las funciones celulares se representan con complejos diagramas de cableado de circuitos, rutas señaladoras, puertas, interruptores y bucles de retroalimentación. Los investigadores traducen estos diagramas en ecuaciones, que a menudo son resueltas numéricamente. Resolver estas ecuaciones es sólo una parte de un proceso en el que se analizan las soluciones, se refinan los modelos, y las ecuaciones se reformulan y se vuelven a resolver. Este proceso se puede repetir una infinidad de veces, con el objetivo de obtener una representación exacta del comportamiento celular que permita diseñar medicamentos y tratamientos de forma tan precisa como se hace en la actualidad con los circuitos eléctricos.

### Más información:

*Computational Cell Biology*. Christopher P. Fall, Eric S. Marland, John M. Wagner, John J. Tyson, eds.

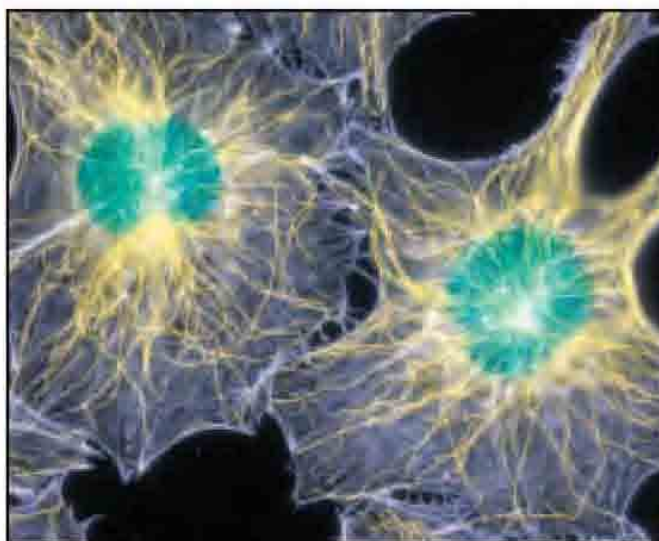


Imagen: Actinia y microtúbulos filamentosos en los fibroblastos del ratón (Dr. Torsten Wittmann), cortesía de Nikon Small World.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



# Ver nítidamente

Las estrellas titilantes resultan divertidas en las canciones, pero son frustrantes para los astrónomos. La tecnología actual usa la *óptica adaptativa* para corregir las turbulencias de la atmósfera y proporcionar una imagen precisa de las estrellas, los planetas y los satélites. Adaptarse a la distorsión atmosférica supone usar álgebra lineal, geometría y estadística para determinar el alcance de la distorsión y poder ajustar de forma continua los espejos deformables que reenfochan las ondas lumínicas hacia su verdadera ruta.

Los algoritmos matemáticos posibilitan los abundantes cálculos en tiempo real necesarios para hacer más nítida la visibilidad más allá de la Tierra y también bajo el microscopio. De hecho, la óptica adaptativa permitió a los investigadores ver por primera vez las células individuales de un ojo vivo, con el enorme potencial que ello entraña: mejores diagnósticos e intervenciones quirúrgicas más precisas. De este modo, una ciencia creada para que unas cuantas personas pudieran ver con más claridad algunas cosas puede también ayudar a millones de ellas a verlo todo mejor.

## Más información:

*Adaptive Optics in Astronomy*. François Roddier.



Imagen cortesía del European Southern Observatory.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Combatir el spam

Los usuarios del e-mail se preguntan lo mismo que los comensales a quienes sirven platos que no han pedido: Pero ¿quién ha encargado esto? La respuesta es: nadie. Es más, responder a un correo electrónico no deseado (spam) sólo genera nuevo spam. Los intentos de contrarrestarlo incluyen múltiples herramientas nuevas, entre ellas filtros que buscan indicadores de que un determinado mensaje es spam; pero quienes envían correos basura logran burlarlos disfrazando el texto y la intención de sus mensajes. Los filtros de última generación, más sofisticados, utilizan las matemáticas para combatir el spam y entrenan a los filtros para reconocerlo con el paso del tiempo, de modo que cada usuario sólo reciba lo que desea.

Los remitentes de spam adaptan sus mensajes para evitar los recursos anti-spam, pero estos recursos son a su vez adaptables gracias al resultado matemático conocido como *teorema de Bayes*. A medida que un usuario examina diariamente su correo electrónico va indicando cuáles de los mensajes que han logrado pasar el filtro son realmente spam. Con cierto entrenamiento, el filtro acaba aprendiendo que cuando un mensaje es spam contiene ciertas palabras o características con una probabilidad alta.

Encontramos así una aplicación muy potente de un resultado matemático antiguo y fundamental. Los matemáticos continúan trabajando en técnicas innovadoras para combatir el spam usando herramientas matemáticas clásicas y modernas.

### Más información:

"Math I, Spam 0". Dana Mackenzie. *SIAM News*, November 2003.

Mail Home | Inbox | Write | Address Book | Options | Help

Inbox 5 Unread Message(s)

Check item(s) to:   or

<input type="checkbox"/>	<u>From</u>	<u>Subject</u>	<u>Date</u>
<input checked="" type="checkbox"/>	katiemay@cabledeals.edu	Never pay for cable again	06/21/04
<input checked="" type="checkbox"/>	Robert@yggacre.com	Turn your opinion into biggg bux	06/21/04
<input checked="" type="checkbox"/>	coolpix@insthematic.com	dwghdxqL@K	06/21/04
<input checked="" type="checkbox"/>	theremedy@chemcross.net	Miracle Hangover Cure	06/21/04
<input checked="" type="checkbox"/>	contest@eaulfactory.com	Free Rolex just for you!!	06/21/04



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# Situación, situación, situación

Diseñado originariamente para uso militar, el Sistema de Posicionamiento Global (*Global Positioning System*, GPS) permite ahora a navegantes, conductores y senderistas determinar su posición con un margen de error de unos pocos metros. Buena parte del funcionamiento del GPS depende de la aritmética, el álgebra y la geometría. El tiempo que tarda una señal en viajar de un satélite transmisor a un receptor GPS establece la distancia entre ambos, lo que sitúa al usuario del GPS en una esfera imaginaria centrada en el satélite. Concurrentemente, se efectúan cálculos similares usando otros dos satélites. Una vez efectuadas las correcciones por posibles diferencias entre los relojes de los satélites y del receptor, la posición del usuario del GPS se localiza en uno de los puntos de intersección de tres esferas.

Los principios básicos del GPS son simples, pero no lo es reducir el error que se comete en las mediciones cuando en el cálculo de las posiciones se utilizan satélites situados a más de 15.000 kilómetros de distancia. La teoría de la información extrae datos fiables de señales débiles (cuya potencia es un millón de millones menor que las que recibe un televisor), y los modelos matemáticos de la atmósfera tienen en cuenta los ligeros cambios que experimenta la velocidad de las señales cuando éstas atraviesan las distintas capas de aire camino de la Tierra. El GPS diferencial reduce el error aún más utilizando receptores estacionarios basados en tierra, cuya posición precisa es conocida. Con el tiempo, el GPS en tiempo real será tan exacto (con un margen de error del orden de centímetros) que guiará a los automóviles y permitirá a los aviones aterrizar con visibilidad nula.

**Más información:**

“Retooling the Global Positioning System”. Per Enge. *Scientific American*, May 2004.

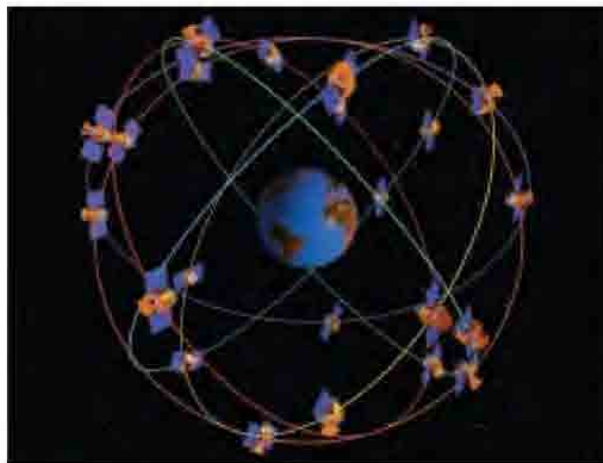


Imagen cortesía de la Aerospace Corporation.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME. Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).







# Localización de tumores

La detección y el tratamiento del cáncer han progresado mucho, pero no en la medida que la medicina hubiera deseado. Por ejemplo, los tumores pueden cambiar de forma o localización entre el diagnóstico pre-operatorio y el tratamiento, de forma que la radiación puede acabar siendo dirigida a un blanco que se ha movido. La geometría, las ecuaciones en derivadas parciales y la programación lineal entera son tres áreas de las matemáticas que se usan para procesar datos en tiempo real, lo que permite a los médicos infligir el mayor daño posible al tumor respetando al máximo el tejido sano.

Una prometedora área de investigación es la *viroterapia*: el uso de virus para destruir las células cancerosas. Los investigadores están utilizando modelos matemáticos para descubrir la forma de utilizar los virus en nuestro beneficio. Los modelos proporcionan resultados numéricos para cada una de las múltiples posibilidades, eliminando así los enfoques que no han tenido éxito y reconociendo aquellos otros que son buenos candidatos a continuar con la experimentación. El desarrollo de los cócteles anti-VIH mediante simulación es buena prueba de que la medicina puede desarrollarse más rápidamente y con menores costes empleando este procedimiento que utilizando solamente la experimentación en laboratorio y los ensayos clínicos.

## Más información:

"Treatment Planning for Brachytherapy". Eva Lee et al. *Physics in Medicine and Biology*, 1999.

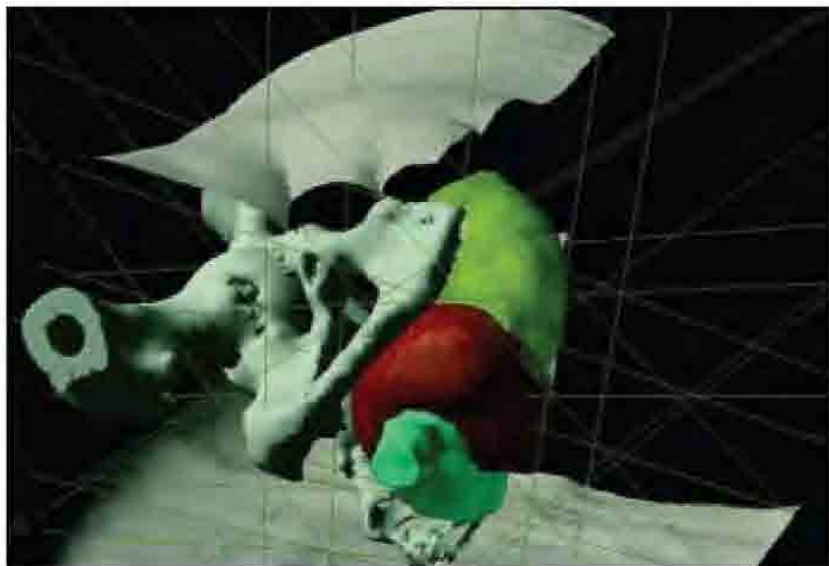


Imagen: Optimización de la radioterapia por radiación de intensidad modulada a gran escala (tumor en rojo). Cortesía de Eva Lee, Georgia Institute of Technology.

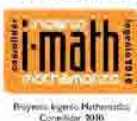


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).





# Mejorar el deporte

Desde diseñar vestimentas más aerodinámicas hasta ajustar el ángulo con el que un atleta debe lanzar una jabalina, las matemáticas ayudan a mejorar el rendimiento deportivo. Las ecuaciones diferenciales y el análisis vectorial desempeñan papeles importantes en la determinación de la mecánica óptima de un deporte, y también el análisis numérico cuando las ecuaciones no se pueden resolver de forma exacta. Muchos campos de las matemáticas están proporcionando las herramientas adecuadas que permiten a los atletas utilizar la mente y el cuerpo para ir más rápido y llegar más alto.

Las matemáticas también mejoran la visualización y el entrenamiento deportivos. Las bandas y zonas sobrepuestas en las pantallas de televisión requieren geometría y algoritmos para procesar los datos de posición y de perspectiva tanto para el terreno de juego como para las cámaras. En los entrenamientos se utilizan actualmente la estadística y la teoría de juegos para analizar cuántos días de descanso son los óptimos para un jugador o en qué posición debe jugar. En palabras de un entrenador: *Sólo confiamos en Dios. Para todo lo demás debemos tener datos.*

**Más información:**

*The Mathematics of Projectiles in Sport.* Neville de Mestre.



Imagen cortesía de PRNewswire.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Reconocimiento de voz

Actualmente los sistemas de reconocimiento de voz funcionan razonablemente bien en entornos no conversacionales, tales como dar instrucciones o información telefónica. Este tipo de aplicaciones pueden no resultar impresionantes, pero debido a los acentos, inflexiones de voz y pausas, incluso situaciones tan simples como estas requieren técnicas sofisticadas para transformar con exactitud las ondas sonoras en palabras. Una de las técnicas más comunes es la herramienta matemática conocida como *modelo de Markov oculto*, que involucra probabilidades condicionadas y ensaya con los sonidos candidatos hasta localizar el que coincide mejor con una determinada entrada.

Dictar instrucciones a una máquina, todo un lujo hoy en día, puede convertirse en una necesidad a medida que los dispositivos de entrada se hacen cada vez más pequeños. La investigación se orienta hacia la búsqueda de nuevos modelos matemáticos y algoritmos (que probablemente hagan uso de la estadística y el aprendizaje automático) capaces de filtrar ruidos, comprender una conversación informal y adaptarse a varias voces distintas. Estos problemas no son fáciles, pero una vez resueltos no pasará mucho tiempo hasta que la voz sustituya al teclado y al ratón del ordenador y, lo que es mejor, a los múltiples mandos a distancia de nuestros electrodomésticos.

### Más información:

*Speech Processing: A Dynamic and Optimization-Oriented Approach*. Li Deng, Douglas O'Shaughnessy (2003).



Imagen cortesía de ACM Crossroads.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# Compresión de datos

Con la digitalización, las películas que antes requerían 3 kilómetros de cinta ahora caben en un disco de menos de 13 centímetros de diámetro. Una parte importante de la digitalización es la compresión de datos, que consiste, esencialmente, en convertir un fichero grande en uno más pequeño del que puede ser recuperado el original (o una versión próxima al original). El álgebra lineal, la probabilidad, la teoría de grafos y el álgebra abstracta están entre las ramas de las matemáticas que fundamentan varios de los algoritmos de compresión que hacen posible diversas tecnologías modernas, tales como DVDs, HDTV y grandes bases de datos.

Ninguna técnica puede satisfacer los requisitos de compresión para todos los medios. Por ejemplo, la compresión mediante ondulitas (*wavelets*), basada en una herramienta matemática relativamente nueva, funciona bien con ficheros de imágenes y audio, pero no tan bien con los de texto. En cualquier caso, con independencia de su aplicación, los algoritmos de compresión utilizan la redundancia y la relación entre los datos para hacer más eficientes el almacenaje y la transmisión. ¿Funciona la compresión? K t prc?

**Más información:**

*Introduction to Data Compression.* Khalid Sayood (1996).

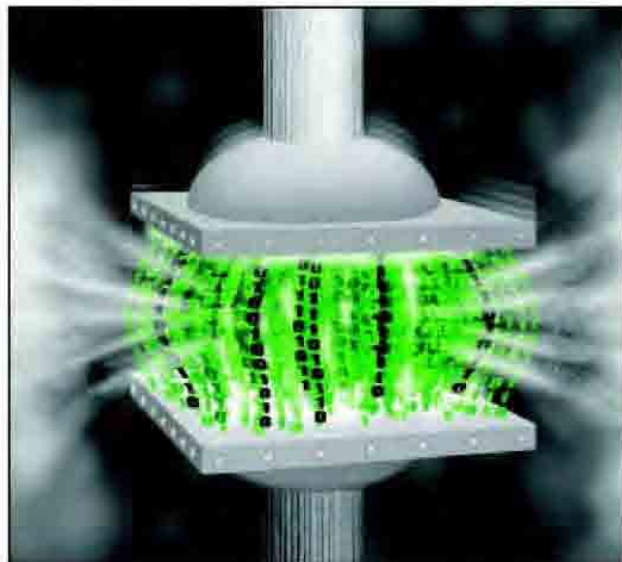


Imagen cortesía de Charles Trevelyan y Millennium Mathematics Project.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# Unir fragmentos

Ya es bastante difícil encajar los trozos de un jarrón que se acaba de romper, pero imagínense cómo de difícil debe ser hacerlo después de que hayan pasado millares de años (y unas cuantas civilizaciones). Los arqueólogos que se han encontrado con centenares de miles de fragmentos en una excavación han recurrido a los matemáticos en busca de ayuda para poder ensamblarlos. En primer lugar los fragmentos se escanean digitalmente, y luego se aplica un software que utiliza geometría, combinatoria y estadística para reconstruir artefactos antiguos, incluso cuando faltan muchos trozos.

Las matemáticas se usan también en nuevos enfoques de la arqueología y la paleontología: para la localización de pecios enterrados y en la reconstrucción del movimiento de los dinosaurios. En estos y en otros casos el progreso, quizá paradójicamente, nos acerca cada vez más a la comprensión del pasado. Ya sea refinando una técnica básica como la triangulación, o aplicando una disciplina compleja como son las ecuaciones en derivadas parciales, la investigación matemática excava nuevos terrenos para descubrir los secretos de la antigüedad.

## Más información:

"Automatic Archaeology". Haim Watzman. *Nature*, January 8, 2004.



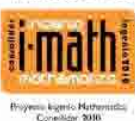
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



# Explorar lo invisible

A base de enviar rayos X en dosis bajas a un objeto barriendo un determinado rango de ángulos y medir la absorción de esos rayos, la exploración mediante Tomografía Axial Computerizada (TAC) proporciona imágenes precisas que no pueden obtenerse a través de los rayos X convencionales. El cálculo en varias variables y una herramienta matemática conocida como la *transformada de Radon*, inventada a principios del siglo XX, son cruciales para la reconstrucción eficiente de una imagen tridimensional a partir de la información unidimensional obtenida. Esta reconstrucción permite obtener mejores imágenes con una menor exposición a los rayos X, lo que redundará en beneficio tanto de los técnicos sanitarios como de los pacientes.

Los mismos principios matemáticos usados en la exploración por TAC también se utilizan en el campo denominado *astrotomografía*, proporcionando una resolución sin precedentes de las estrellas binarias y de las superficies de las estrellas rápida. En esta aplicación, la rotación de una estrella o de un par de estrellas sustituye a la rotación de la máquina de exploración, y las posiciones y velocidades de ésta(s) se determinan a partir de las detecciones de la radiación que emite(n). Así, matemáticas descubiertas mucho antes de la tecnología que hace posible la exploración por TAC permiten explorar detalladamente desde zonas del interior del cuerpo humano hasta regiones situadas mucho más allá de nuestro sistema solar.

**Más información:**

*Mathematical Methods in Image Reconstruction*. F. Natterer, F. Wübbeling.

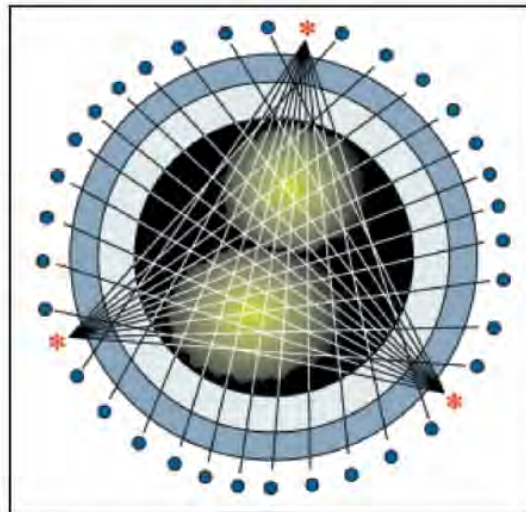


Imagen cortesía de Quest TruTec.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# Convertir los diseños en realidad

El diseño innovador de la Ópera de Sydney supuso un obstáculo infranqueable para los constructores hasta que cayeron en la cuenta de que todas las especificaciones del proyecto podían ser ejecutadas cortando triángulos de una misma esfera. Puesto que todos los trozos eran del mismo tipo y pertenecientes a una superficie con características geométricas bien establecidas, los cálculos requeridos (tales como la determinación de las fuerzas estructurales) se vieron simplificados considerablemente, y el sueño se convirtió en una magnífica realidad.

Muchos de los cálculos implicados en los diseños audaces son posibles gracias al diseño asistido por ordenador y a las matemáticas que lo sustentan. Los arquitectos e ingenieros modelan formas complejas mediante una sucesión de polígonos y de superficies curvas más simples, de características conocidas, a fin de poder determinar las propiedades estructurales del diseño. Hoy por hoy, los elementos de las grandes construcciones que en su momento hubieron de ser uniformizados para posibilitar su realización pueden ser tan individualistas como sus diseñadores.

**Más información:**

“Mathematical Tour through the Sydney Opera House”. Joe Hammer. *The Mathematical Intelligencer*, Fall 2004.



Fotografía cortesía de Gabriel Ditu, [www.gabrielditu.com](http://www.gabrielditu.com)

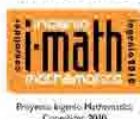


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



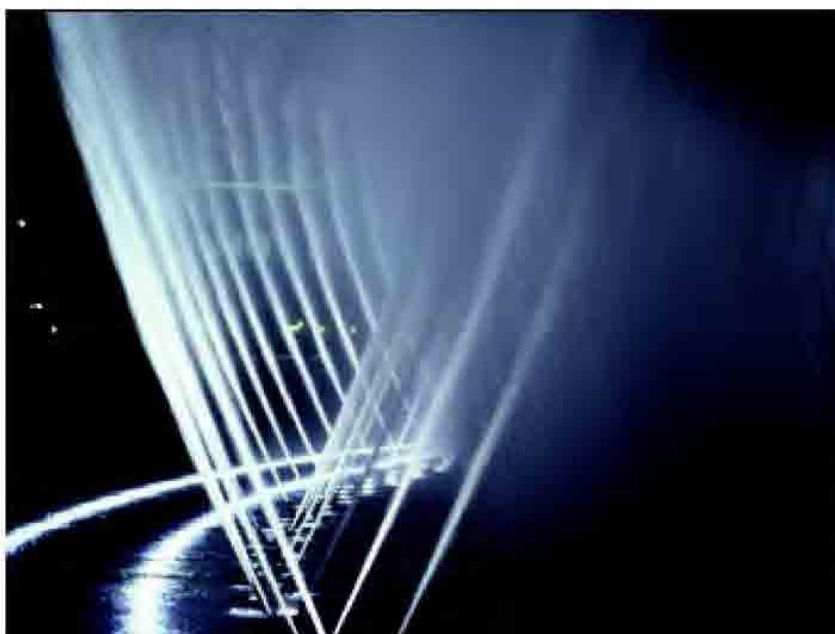
# Splash

La interacción entre el agua, la luz y la música en algunas fuentes modernas es mágica para el espectador, y las matemáticas forman parte de esa magia. La geometría se utiliza en el diseño del conjunto, la modelización matemática simula las interacciones fluido-partícula, y potentes algoritmos sustentan el software que coordina millares de válvulas y luces en las numerosas secuencias de una exhibición típica.

La capacidad de hacer que el agua actúe de forma tan precisa es resultado del uso de las *corrientes de flujo laminar*, donde todas las partículas se mueven en paralelo y a la misma velocidad. Un análisis matemático complejo de la dinámica de fluidos permite al agua realizar hazañas tales como subir escaleras o formar canicas. El resultado es a la vez maravilloso y eficiente: una columna de agua de ciento veinte centímetros de altura no llenaría un vaso de beber normal.

## Más información:

"Inventive Artist Sculpts in Water". Bill Meyers. *USA Today*, March 14, 1999.



Fotografía de Ira Kahn para WET Design.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)







# ¿Leer la mente?

¿Cómo es posible que algo del tamaño de un yoyo pueda jugar con éxito al *20 Preguntas*? Aunque su éxito incita a los jugadores a pensar que el dispositivo está leyendo sus mentes, realmente no lo hace. Este sofisticado juguete utiliza ramas de las matemáticas tales como probabilidades y lógica difusa, y objetos matemáticos tales como matrices, para determinar más del 75% de las veces el animal, vegetal o mineral que el jugador ha elegido.

La versión online del juego es un ejemplo de inteligencia artificial, específicamente una red neuronal, que utiliza bucles de retroalimentación y pesos para “aprender” a medida que obtiene más información. En este caso las respuestas son pesos dados, donde “no lo sé” tiene un peso cero, y (en el juego online) los pesos se reajustan si es necesario después de cada tirada. Los pesos forman una matriz en la que los objetos y las preguntas indexan las filas y las columnas, respectivamente. El juego elige una pregunta determinando primero qué objetos son todavía probables y encontrando luego la pregunta que tiene el conjunto de pesos más deseable para los restantes objetos candidatos. ¿Que cuál es el conjunto más deseable de pesos? Lo siento, esta no es una cuestión que admita por respuesta Sí o No<sup>2</sup>.

## Más información:

“AI on the Web”. Tanis Stoliar. *Monitor Magazine*, April 1999.

<sup>1</sup> <http://www.20q.net> (N. de la T.)

<sup>2</sup> Los pesos más deseables son los más próximos a una división al 50% de Síes y de Noes.



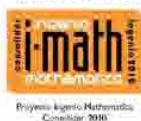
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).



matematicalia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematicalia.net](http://www.matematicalia.net)



# Empaquetamientos

Empaquetar artículos en un embalaje de determinada capacidad puede no parecer importante (a menos que estemos haciendo la maleta para irnos de viaje), pero la cuestión del *empaquetamiento* incluye situaciones tales como la asignación de los bloques de memoria de un ordenador o la planificación de los vuelos de una línea aérea, e incluso problemas tradicionales como cargar un camión. Los investigadores usan diversas áreas de las matemáticas (teoría de números, geometría y probabilidades) para resolver los problemas de empaquetamiento de tal manera que el tiempo y el almacenamiento (tanto físico como electrónico) puedan ser empleados de forma eficiente.

Los matemáticos han demostrado que los problemas de empaquetamiento son "complejos", y es poco probable llegar a encontrar un algoritmo práctico que proporcione una solución óptima a todos los problemas de embalaje. Sin embargo, aunque puede que nunca haya una solución general "rápida", los matemáticos continúan intentando mejorar los algoritmos de empaquetamiento para ahorrar tiempo y dinero a la industria. Uno de estos resultados demuestra que uno de los algoritmos de empaquetamiento más simples, cargar primero las cosas más grandes que quepan, está siempre dentro de un 20% de la mejor solución posible.

### Más información:

"Approximate Solutions to Bin Packing Problems". E.G. Coffman Jr., J. Csirik, G. Woeginger. En *Handbook of Applied Optimization*. P. Pardalos, M. Resende, eds. (2002).

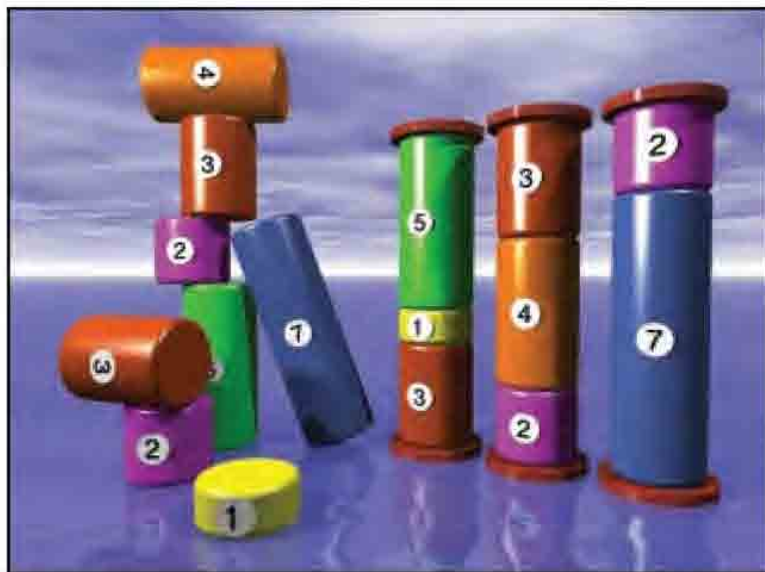


Imagen cortesía de Olivier Briant.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).







# Traducir: de árabe a zulú

El ritmo actual de creación de documentos (en Internet, por ejemplo) es mucho mayor que la capacidad de traducción humana, lo que hace de la *traducción automática* una necesidad. Los traductores automáticos utilizan probabilidades, estadística y teoría de grafos en combinación con bases de datos de centenares de millones de palabras y frases en muchos idiomas para obtener buenas traducciones de forma eficiente. Así, las matemáticas, llamadas a menudo el lenguaje universal, también forman un puente entre idiomas.

Una vez traducido un documento, la cuestión es: ¿cuánto de fiable es la traducción? Las medidas numéricas de la eficacia ayudan a automatizar igualmente esta parte del proceso, ahorrando tiempo y dinero. Los resultados de la evaluación mejoran los algoritmos de traducción, de modo que la leyenda urbana de un ordenador que traduce "el espíritu está dispuesto pero la carne es débil" al ruso y de vuelta al castellano como "el vodka es bueno pero la carne está podrida" seguirá siendo eso: una mera leyenda.

### Más información:

"Machine Translation in the Year 2004". Kevin Knight, Daniel Marcu. <http://www.isi.edu/~marcu/papers/mt-icassp2005.pdf>.

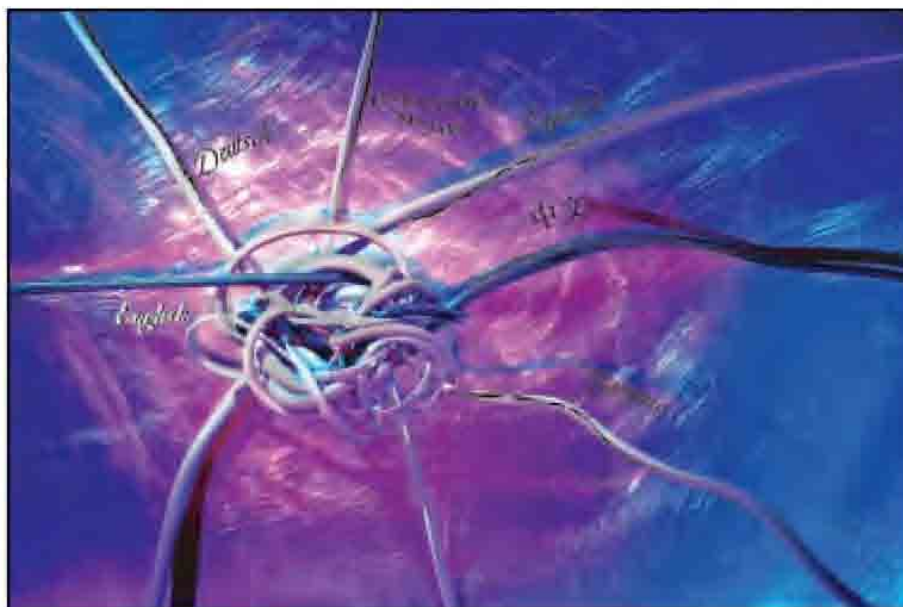


Imagen cortesía de la University of Toronto Libraries.



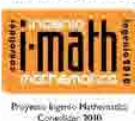
El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia  
revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



# Conducción temeraria

Los “tubos” que se muestran en la imagen son ilustraciones de los caminos de baja energía a lo largo de los cuales los vehículos espaciales pueden viajar consumiendo mucho menos combustible. El descubrimiento reciente de estos senderos ha hecho factibles misiones que previamente fueron imposibles. Buena parte de los recorridos espaciales dependen del cálculo, la trigonometría y el análisis vectorial, pero la existencia de estas rutas deriva de un área de las matemáticas llamada *sistemas dinámicos* aplicados a la interacción mutua de las gravedades del sol, de los planetas próximos y de sus lunas.

Los cálculos de fuerzas entre dos cuerpos celestes y sus órbitas son bastante directos, pero entender las órbitas y las trayectorias cuando están implicados más de dos cuerpos requiere de los sistemas dinámicos y de la teoría del caos. Incluso la extensión más simple del caso de dos cuerpos, el *problema de los tres cuerpos*, ha demostrado no tener una solución general explícita. Sin embargo, se han resuelto algunos casos particulares y se han aplicado no solamente al diseño de misiones espaciales, sino también, ahora, a la física atómica para estudiar las trayectorias de ciertos electrones excitados. Así, las matemáticas están localizando nuevas rutas para los viajes espaciales y están conectando lo atómico y lo cósmico.

**Más información:**

“Ground Control to Niels Bohr: Exploring Outer Space with Atomic Physics”. Mason A. Porter, Predrag Cvitanović. *Notices of the American Mathematical Society*, October 2005.



Concepción artística de la Superautopista Interplanetaria, cortesía de JPL, artista Cici Koenig.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).







# Embarcar más rápidamente

Hacer cola para subir a un avión no sólo causa irritación en los pasajeros, sino que también cuesta dinero: las pérdidas para las compañías aéreas por el tiempo adicional en tierra ascienden a millones de dólares cada año. La investigación sobre diferentes procedimientos de embarque utiliza matemáticas tales como la geometría lorentziana y la teoría de matrices aleatorias para demostrar que el embarque abierto agiliza el proceso, mientras que embarcar de atrás hacia delante es extremadamente lento. En efecto, los modelos matemáticos muestran que incluso si el pasaje embarca de forma aleatoria, llega más rápidamente a los asientos asignados que si lo hace de atrás hacia adelante.

Diseñar una estrategia propia para embarcar en un avión es ya suficientemente duro, pero modelizar el problema general –el cual depende de muchas variables, tales como la distancia entre las filas, la cantidad de equipaje de mano y el talle de los pasajeros– es sustancialmente más complejo. Por eso los investigadores quedaron encantados al descubrir que su análisis teórico confirmaba las simulaciones llevadas a cabo por algunas compañías aéreas. Una bonificación añadida a esta investigación es que las matemáticas usadas para modelizar el problema del embarque son similares a las utilizadas para mejorar la demanda de entrada y salida de datos en una unidad de disco. La diferencia: los datos no intentan llevar nada extra...

**Más información:**

“Plane Geometry: Scientists Help Speed Boarding of Aircraft”. Nicholas Zamiska. *The Wall Street Journal*, November 2, 2005.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



# Resolver crímenes

El programa NUMB3RS, de la cadena de televisión CBS, muestra matemáticas y matemáticos modernos trabajando, ambos como instrumento para resolver y prevenir crímenes cada semana. Aunque la serie es ficticia, muchos de sus episodios están basados en historias reales. De hecho, la estadística, la combinatoria y la teoría de grafos son sólo algunos de los campos de las matemáticas que están siendo utilizados en la actualidad, por investigadores de la vida real, para resolver crímenes reales.

Uno de los ejemplos más impresionantes de resolución de crímenes mediante las matemáticas fue un caso en el que un algoritmo señaló la localización de un delincuente en serie, basándose en los lugares en que habían sido cometidos los crímenes anteriores. Cuando las muestras de ADN hubieron descartado a todos los sospechosos que vivían en la zona, la conclusión natural fue que las matemáticas eran inconsistentes. Entonces un indicio condujo a los investigadores hasta un diputado que había estado fuera de sospecha (a causa de su cargo) y que había vivido en la zona señalada. Finalmente fue arrestado y condenado, demostrando que el crimen no merece la pena, pero comprobar tus propias hipótesis, sí.

## Más información:

"The Hound of the Data Points". Bruce Grierson. *Popular Science*, April 2003.

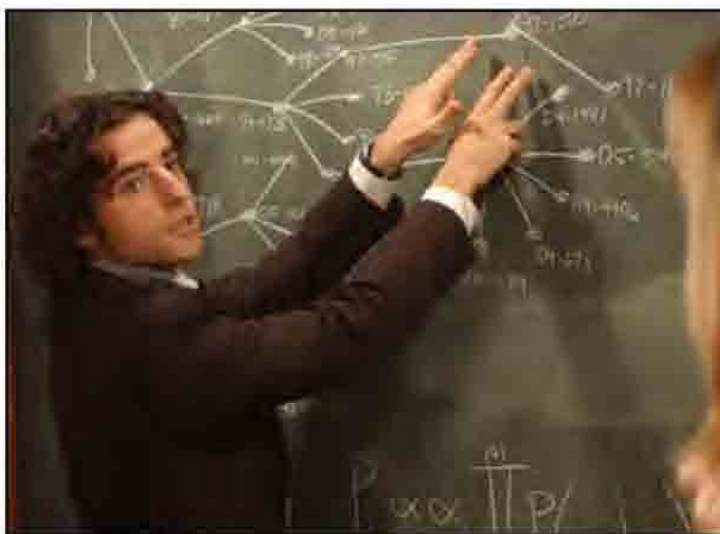


Imagen de Patrick Ecclesine / CBS. © 2005 CBS BROADCASTING INC. Todos los derechos reservados.



El programa *Momentos Matemáticos* promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)



matematerialia  
la revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)





# Predecir maremotos

Los maremotos son, a menudo, el aspecto más devastador de un huracán. Los modelos matemáticos empleados para predecir las oleadas deben incorporar los efectos de los vientos, presión atmosférica, mareas, olas y caudales de los ríos, así como la geometría y topografía de la costa oceánica y las planicies de aluvión adyacentes. Las ecuaciones de la dinámica de fluidos describen el movimiento del agua, pero muy a menudo los enormes sistemas de ecuaciones resultantes han de ser resueltos mediante análisis numérico, para predecir mejor dónde se producirá la potencial inundación.

A la hora de diseñar modelos, la geometría y la topografía detalladas de una costa, o de zonas próximas a ella, requieren gran precisión, mientras que otras regiones como las grandes extensiones de aguas profundas en mar abierto pueden ser típicamente solventadas con una resolución más burda. Así, el empleo de una misma escala en todos los casos, o bien implica el uso de demasiados datos como para ser viable, o no resulta muy predictivo en el área de mayor interés, la zona de aluvión costera. Los investigadores han resuelto este problema empleando un *tamaño de malla sin estructurar* que se adapta a todas las regiones relevantes y permite emparejar la información proveniente del océano con la de la costa y el interior. Este modelo resultó muy preciso en el análisis de tormentas históricas en el sur de Louisiana y está siendo usado para diseñar diques mejores y más seguros en la región, así como para evaluar la seguridad de todas las zonas costeras.

## Más información:

"A New Generation Hurricane Storm Surge Model for Southern Louisiana". Joannes Westerink et al.

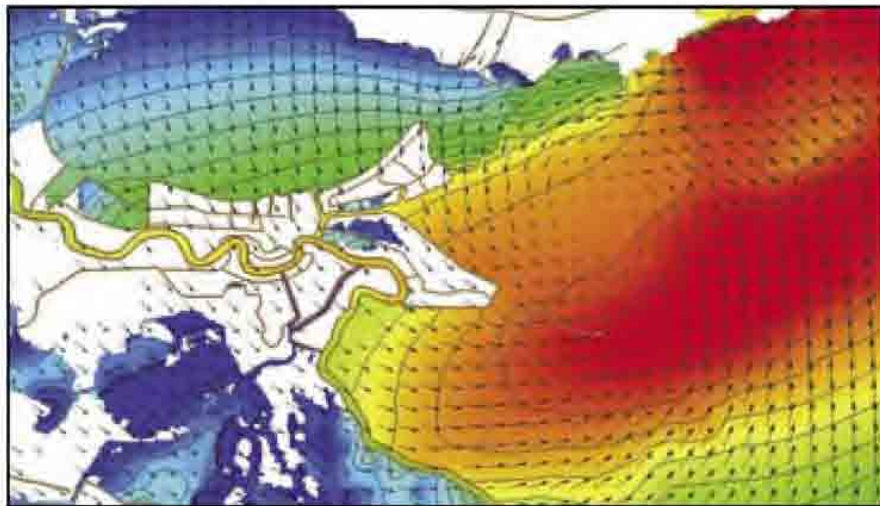


Imagen: Elevación de la superficie acuática (azul es bajo, rojo es alto) en el área de Nueva Orleans a las 9:00 a.m. del 29/08/2005 (las flechas indican la velocidad del viento). Cortesía de Joannes J. Westerink.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).



matematerialia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematerialia.net](http://www.matematerialia.net)



# Encontrar petróleo

Aunque los precios de las gasolinas son muy elevados, podrían serlo mucho más sin las técnicas modernas de exploración, que llevan a cabo operaciones más eficientes (y más limpias). Perforar un pozo puede costar 20 millones de dólares, así que actualmente los perforadores confían en los modelos matemáticos de yacimientos, más que en sus corazonadas, para escoger un sitio. Los modelos aproximan las características de un yacimiento a partir de los datos recolectados usando ondas sonoras propagadas bajo tierra, y de los sistemas de ecuaciones no lineales resultantes. De hecho, una compañía ha estimado que resuelve alrededor de 250.000 sistemas al día.

Las simulaciones de yacimientos provienen de ecuaciones en derivadas parciales que describen el movimiento de los fluidos, y de terabytes de datos; a pesar de todo, contienen un cierto grado de incertidumbre. Los investigadores están empleando la estadística para cuantificar la incertidumbre involucrada, y de este modo ofrecer a los planificadores modelos que sean más descriptivos de las características del subsuelo, como la permeabilidad. Una cosa está clara, no obstante: encontrar nuevas fuentes energéticas para cubrir la demanda futura seguirá dependiendo de los avances en las ciencias matemáticas.

## Más información:

"In Pursuit of Better Models and Simulations, Oil Industry Looks to the Math Sciences".  
Béatrice Rivière, Lea Jenkins. *SIAM News*, January 2002.

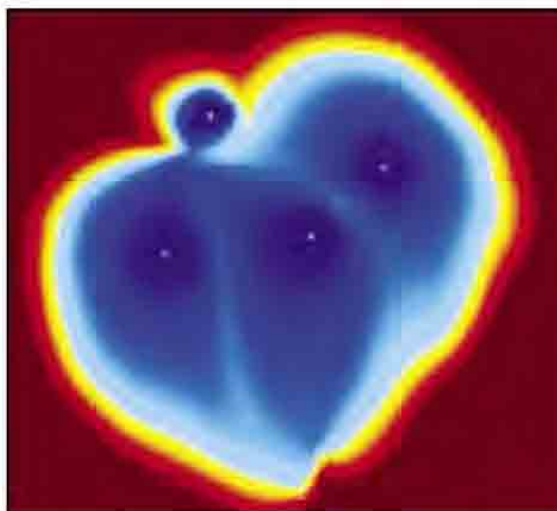


Imagen: Visualización de una simulación de un yacimiento petrolífero (las zonas azules indican áreas de alta concentración de agua, las marrones indican áreas de alta concentración de petróleo). cortesía de Mary F. Wheeler.

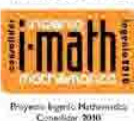


El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).



matematicalia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematicalia.net](http://www.matematicalia.net)





# Redes de poder

Los votos son emitidos por todos los miembros de cada Congreso, pero muchas de las maniobras importantes tienen lugar en los comités. La teoría de grafos y el álgebra lineal son dos áreas de las matemáticas que han revelado un nivel de organización en el Congreso –grupos de comités– por encima de los niveles conocidos de subcomités y comités. El resultado se basa en fuertes conexiones entre ciertos comités, que pueden ser detectadas examinando a sus miembros, pero que permanecieron virtualmente desconocidas hasta que fueron reveladas por el análisis matemático.

Asimismo, las matemáticas han sido aplicadas al historial individual de votos del Congreso. El historial de cada legislador es representado por una matriz cuya dimensión mayor es el número de votos emitidos (que en una legislatura es aproximadamente 1.000). Empleando valores y vectores propios, los investigadores han demostrado que la colección completa de votos en una cámara legislativa particular puede ser aproximada muy bien por un espacio bidimensional. Así, por ejemplo, en casi todos los casos se puede predecir el éxito o fracaso de un proyecto de ley a partir de la información deducida de dos coordenadas. Consecuentemente, resulta que algunos de los valores importantes en Washington son, de hecho, valores propios.

### Más información:

“A Network Analysis of Committees in the United States House of Representatives”. M.A. Porter, P.J. Mucha, M.E.J. Newman, C.M. Warmbrand. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 102, No. 20 (2005), pp. 7057-7062.

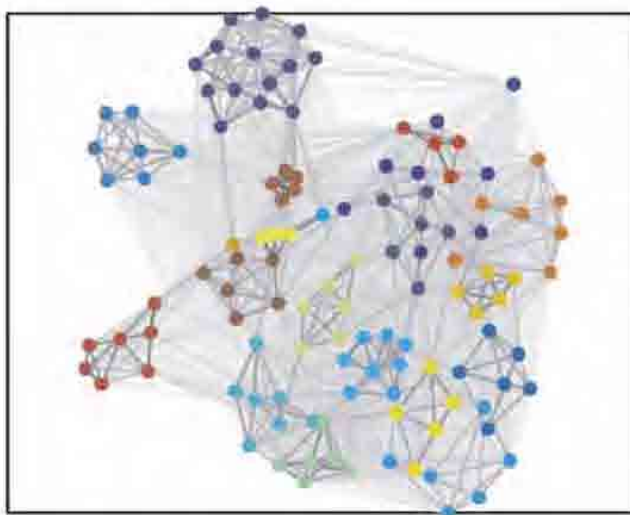


Imagen: Estructura comunitaria en el Congreso de los EE.UU., cortesía de Peter J. Mucha y Mason A. Porter.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME.  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).





# Identificar estilos

Las matemáticas no son sólo números y cálculos a lo bruto: conllevan una cantidad considerable de arte y elegancia. Por tanto, es natural que estén siendo empleadas actualmente para analizar los estilos de algunos artistas, y para ayudar a determinar las identidades de los creadores de obras en disputa. Los intentos de medir estilos empezaron por la literatura –basados en las estadísticas del uso de palabras– y han tenido éxito en la identificación de textos de autoría dudosa, como algunos de los *Federalist Papers*. Pero los dibujos y las pinturas se resistieron a la cuantificación hasta hace muy poco. En el caso de Jackson Pollock, sus pinturas poseen una demostrada complejidad (correspondiente a una dimensión fractal entre 1 y 2) que las diferencia de simples gotas dispuestas al azar.

Un equipo que examinaba fotografías digitales utilizó modernas transformaciones matemáticas, conocidas como *wavelets*, para cuantificar los atributos de una colección de dibujos de maestros del siglo XVI. El análisis reveló diferencias apreciables entre los dibujos auténticos y las imitaciones, agrupando éstas en contraposición a aquéllos. Es esta una hazaña impresionante para estos aficionados y su modelo, a pesar de que el equipo coincide en que su trabajo, al igual que las matemáticas en sí mismas, no está diseñado para reemplazar a los humanos, sino para asistirles.

**Más información:**

"The Style of Numbers Behind a Number of Styles". Dan Rockmore. *The Chronicle of Higher Education*, June 9, 2006.



© The Pollock-Krasner Foundation / Artist Rights Society (ARS), New York.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife)





# Videojuegos

Los videojuegos son muy divertidos, pero lo serían mucho menos sin matemáticas. La geometría, el cálculo y el álgebra lineal ayudan a hacer que los personajes, las escenas y la acción luzcan menos bidimensionales y más realistas. Y, como observó un ejecutivo de una compañía de videojuegos, avanzar a través de las matemáticas es similar a ir ascendiendo a través de los niveles cada vez más difíciles de un juego. Quién sabe, para cuando te gradúes quizás hayas adquirido suficiente destreza como para salvar el mundo.

Buena parte del movimiento de un personaje involucra *cinemática inversa*. Por ejemplo, ¿cuáles deberían ser los ángulos del pie, la espinilla y el muslo cuando un personaje corre? Esta es un área importante de investigación que también involucra la detección de colisiones y contactos (cuestión obvia en el mundo real, pero que requiere un cálculo explícito en el mundo del vídeo). Puede haber un número infinito de soluciones a estos problemas, pero los algoritmos rápidos deben encontrar soluciones realistas en menos tiempo del que se tarda en decir "el hueso de la pierna está conectado al de la cadera".

### Más información:

*Essential Mathematics for Games and Interactive Applications*. James Van Verth, Lars Bishop (2004).



Imagen cortesía de Electronic Arts.



El programa **Momentos Matemáticos** promueve la apreciación y el conocimiento del papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia, la naturaleza, la tecnología y la cultura.

[www.ams.org/mathmoments](http://www.ams.org/mathmoments)



Real  
Sociedad  
Matemática  
Española

Cortesía de la AMS mediante convenio con la RSME  
Traducción cortesía de Isabel Marrero (Universidad de La Laguna, Tenerife).



Programa Igenio Matemático  
Concedido 2010



Centro de Investigación  
Matemática de Canarias



matematicalia

revista digital de divulgación matemática

[www.matematicalia.net](http://www.matematicalia.net)



[www.matematicalia.net](http://www.matematicalia.net)