

Las matemáticas del siglo XXI

Enrique Macías Virgós

Unha andaina polas matemáticas

20 abril 2009

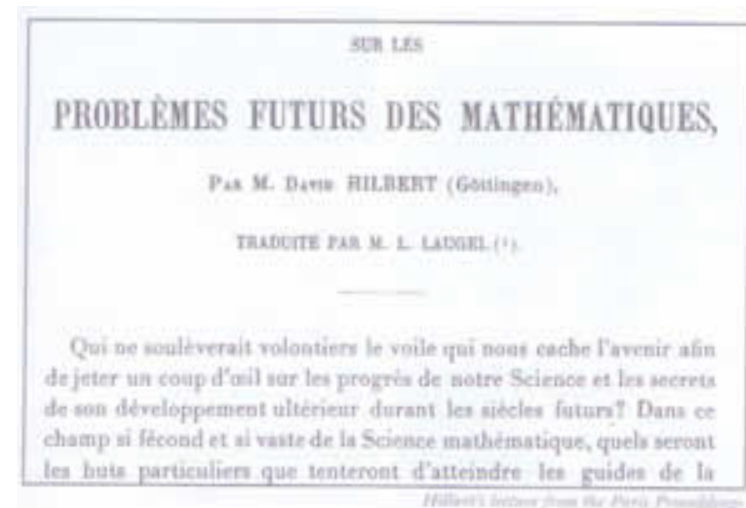
- El verdadero método para predecir el futuro de las Matemáticas reside en el estudio de su historia y de su estado presente

- *H. Poincaré 1908*

- *El futuro de las matemáticas*



ICM 1900 Paris



- Los problemas de Hilbert son una lista de 23 problemas matemáticos compilados por el matemático alemán David Hilbert para la conferencia en París del Congreso Internacional de Matemáticos de 1900.

1. La hipótesis del continuo (Cantor)
Solución: es indecidible (Godel 1938, Cohen 1963)
8. Problemas sobre los números primos. La hipótesis de Riemann
Sin resolver

1909 - 2009

Aeroplano Brunet: primer vuelo a motor en España, en la localidad valenciana de Paterna

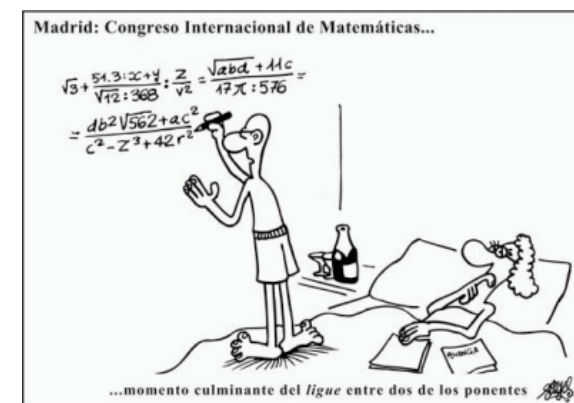
AIRBUS 380





ICM International Congress of Mathematicians

Se celebran cada cuatro años en un país diferente. El último fué en Madrid en 2006. El siguiente será en la India, en 2010.



Conjetura de Poincaré

Conjetura de Poincaré (1904): si un espacio cerrado tridimensional no tiene agujeros entonces es una esfera

Resuelta por Grigori Perelman en 2002-2003

Es uno de los “Siete problemas del milenio”, premiado con

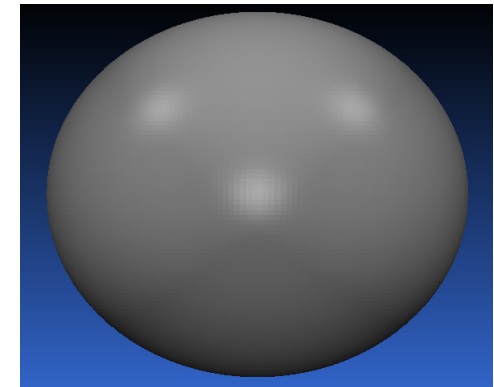
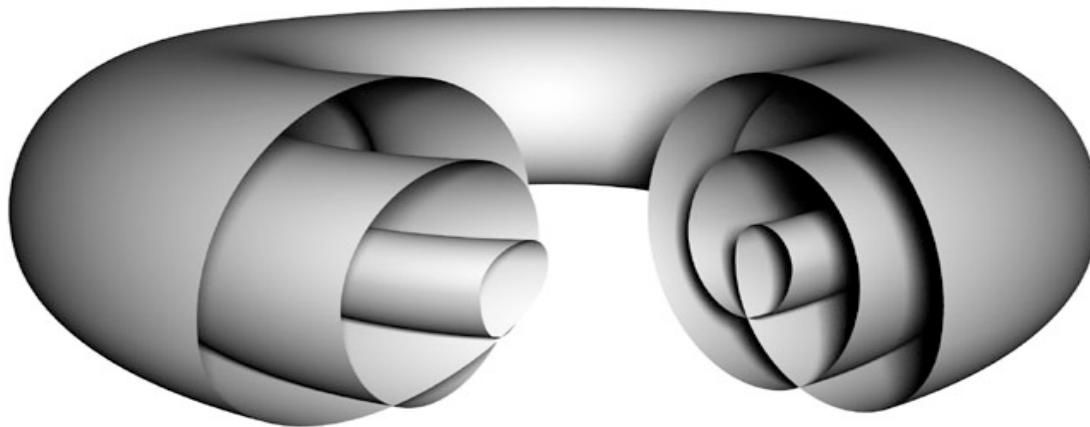
1.000.000 dólares

cada uno

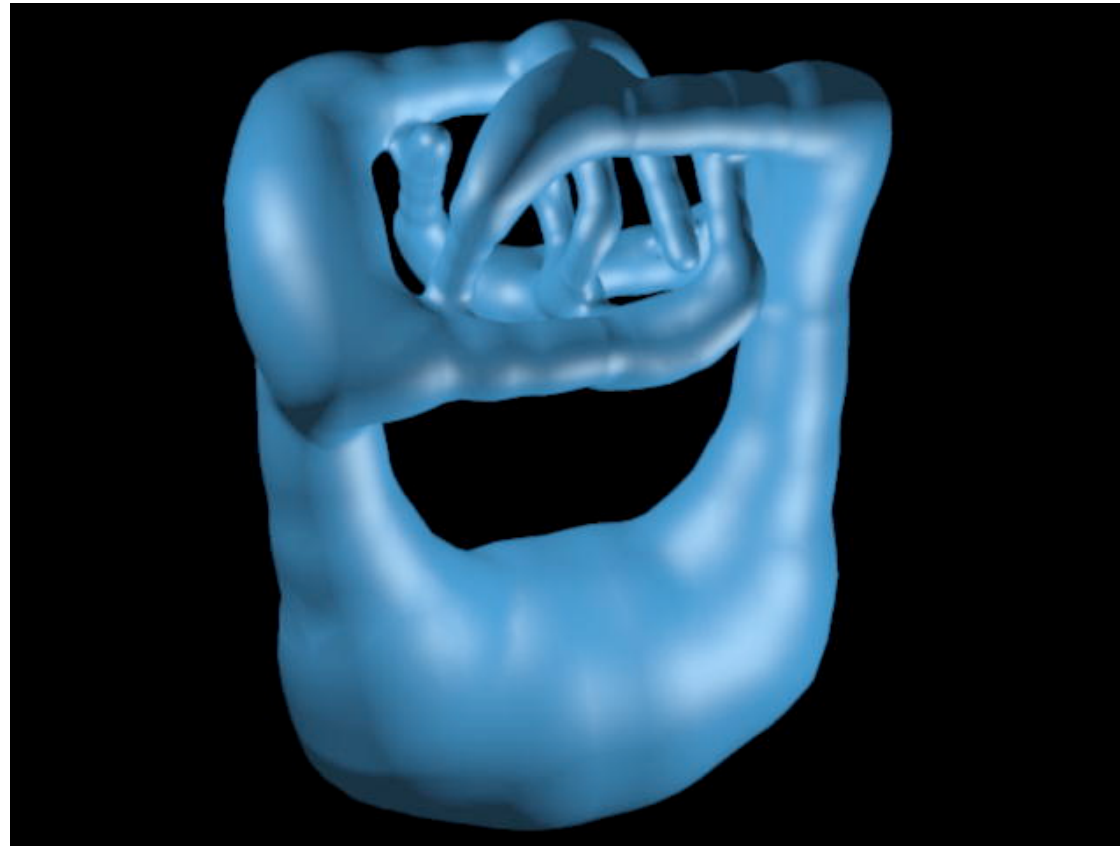


¿En qué Universo vivimos?

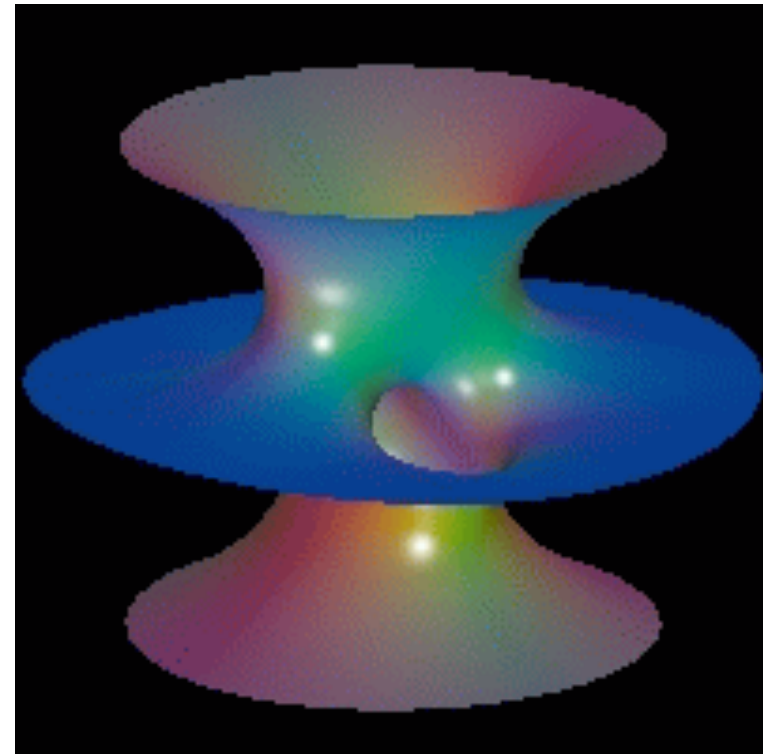
Conjetura de geometrización de Thurston

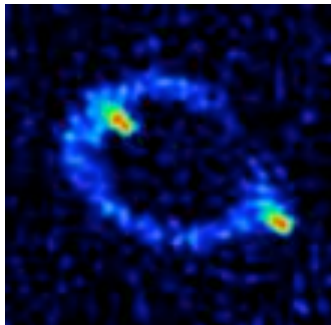
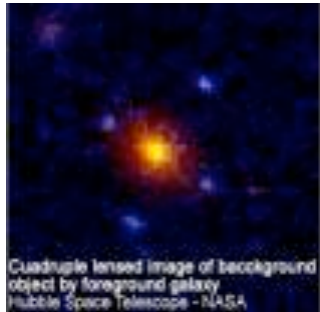


Una esfera salvaje



- Teoría de la relatividad
- Teoría de cuerdas
- Mecánica cuántica

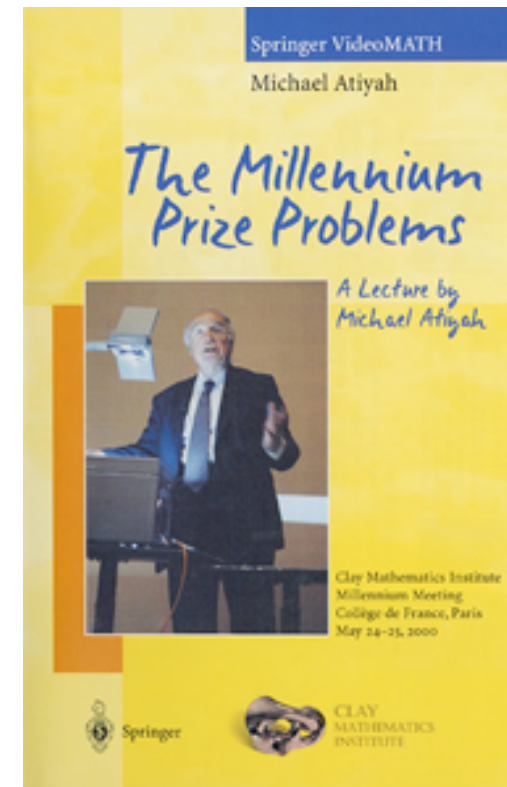


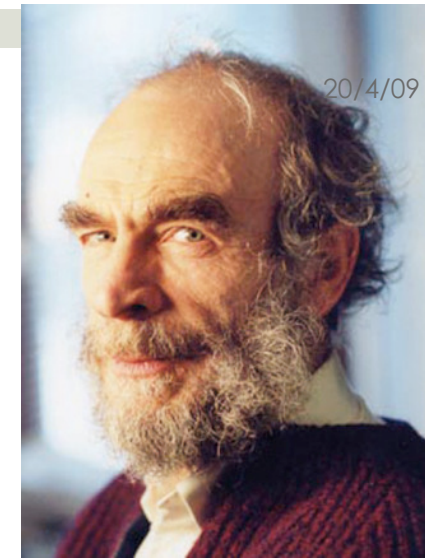
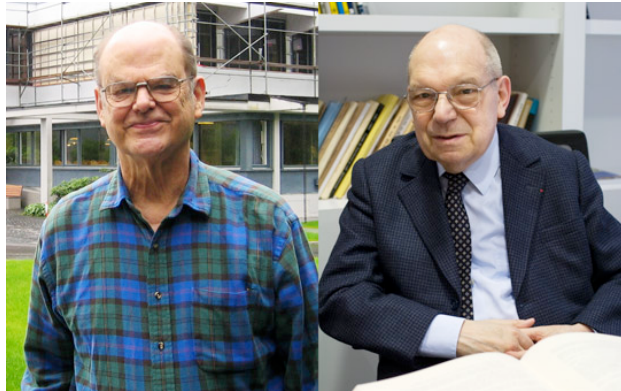


La fuerza de la gravedad es la curvatura del espacio-tiempo

Los siete problemas del milenio

- Conjetura de Birch y Swinnerton-Dyer
- Conjetura de Hodge
- Ecuaciones de Navier-Stokes
- Complejidad algorítmica P vs NP
- Conjetura de Poincaré
- Hipótesis de Riemann
- Teoría de Yang-Mills

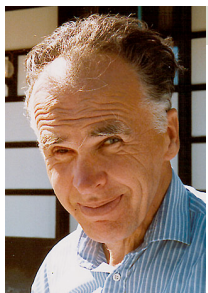




Premios Abel

Establecidos por el gobierno de Noruega en 2002, están dotados con 750.000 euros

John G. Thompson (USA)- Jacques Tits (Francia) (2008), Misha Gromov (Rusia,Francia) (2009)



E. Macias USC



2003: Jean-Pierre Serre

2004: Sir Michael Francis Atiyah - Isadore M. Singer

2005: Peter D. Lax

2006: Lennart Carleson

2007: Srinivasa S. R. Varadhan



Premios Abel

Geometría

Teoría de grupos

Teoría de la probabilidad

Análisis armónico y sistemas
dinámicos

EDPs

Topología y Física Teórica

Geometría algebraica

Rasgos del siglo XX

De local a global

Aumento del número de dimensiones

De conmutativo a no conmutativo

Impacto de la Física

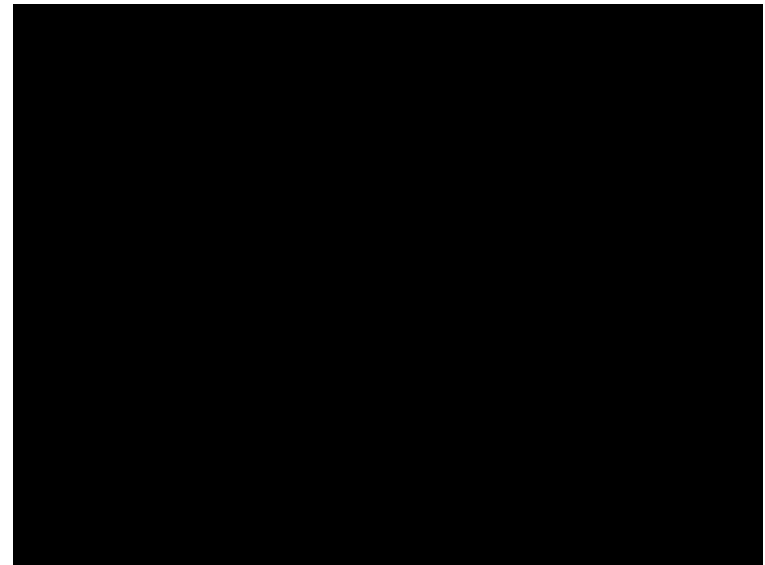
Formalización vs Unificación

¿Qué son las matemáticas?

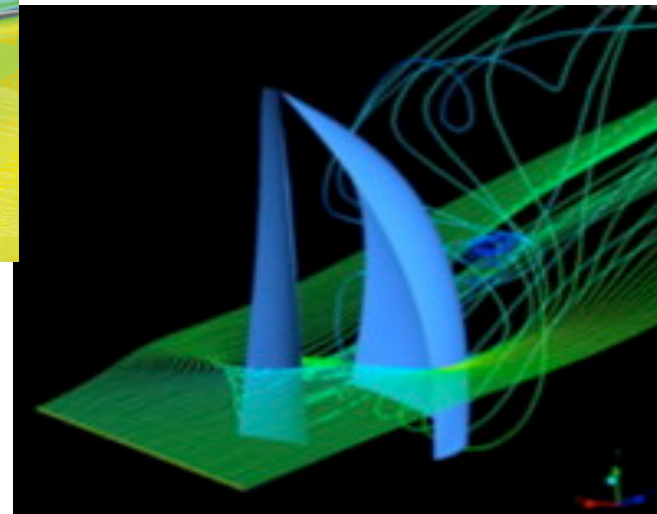
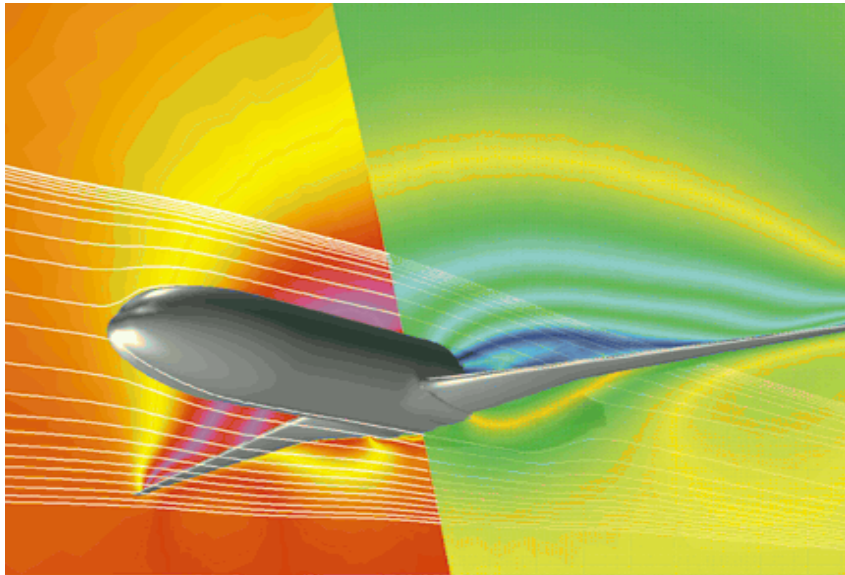
Las matemáticas son
difíciles

Las matemáticas son
importantes

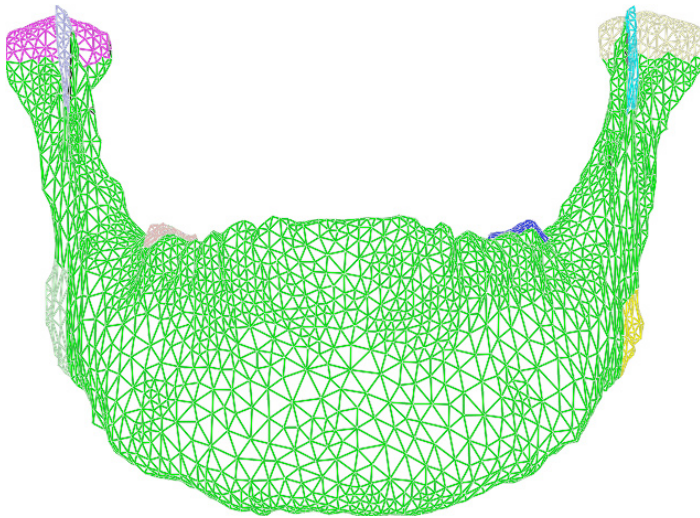
Las matemáticas son útiles



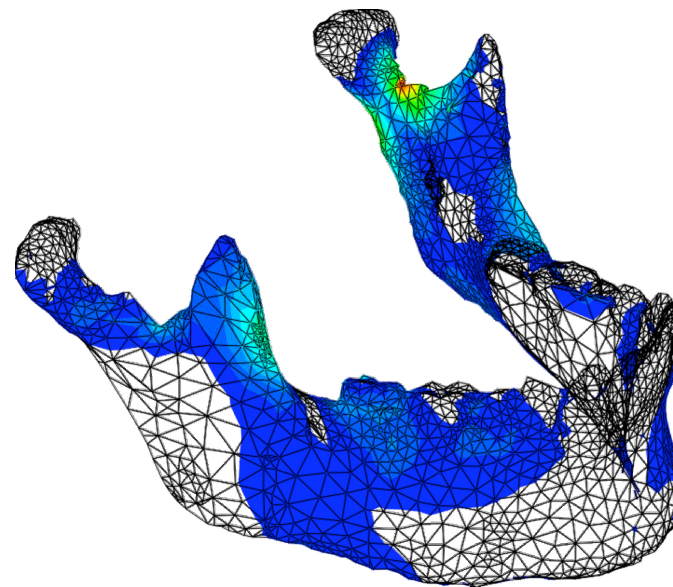
Modelos matemáticos



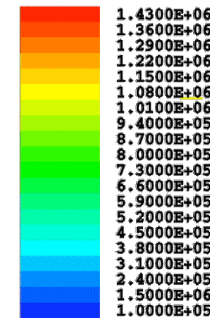
Simulación numérica de esfuerzos



Deformación (amplificada)



Estado de tensiones

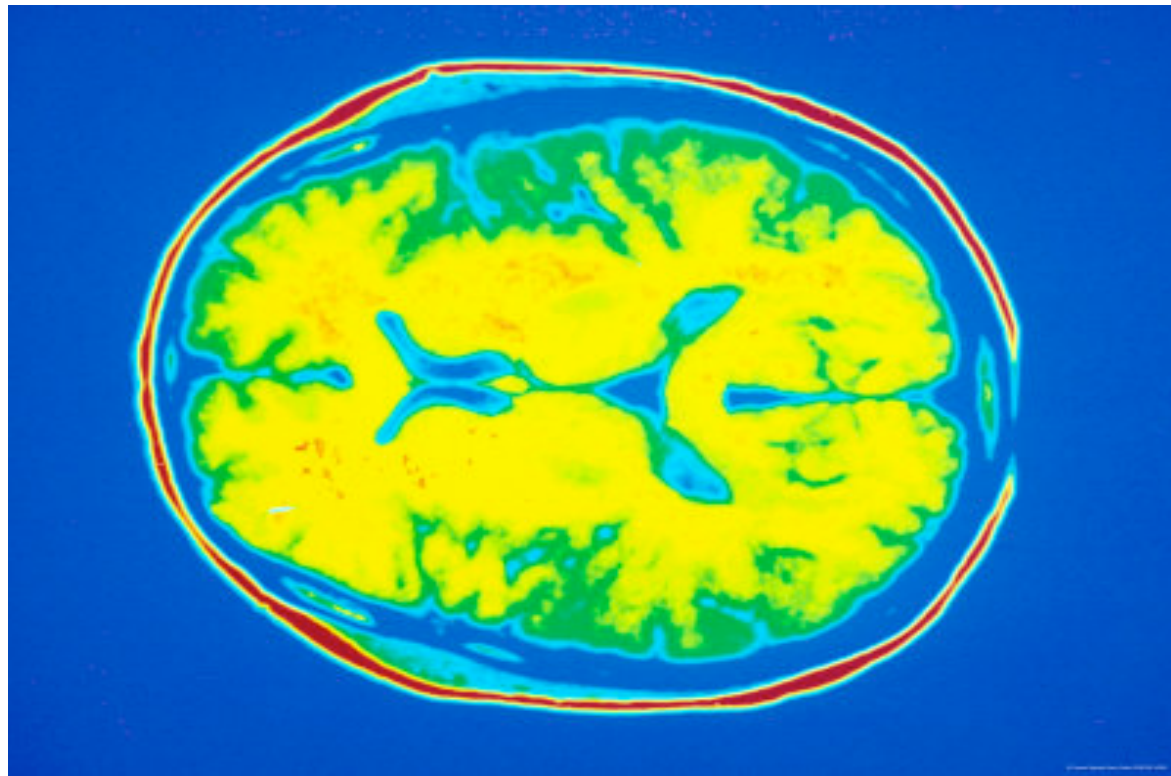


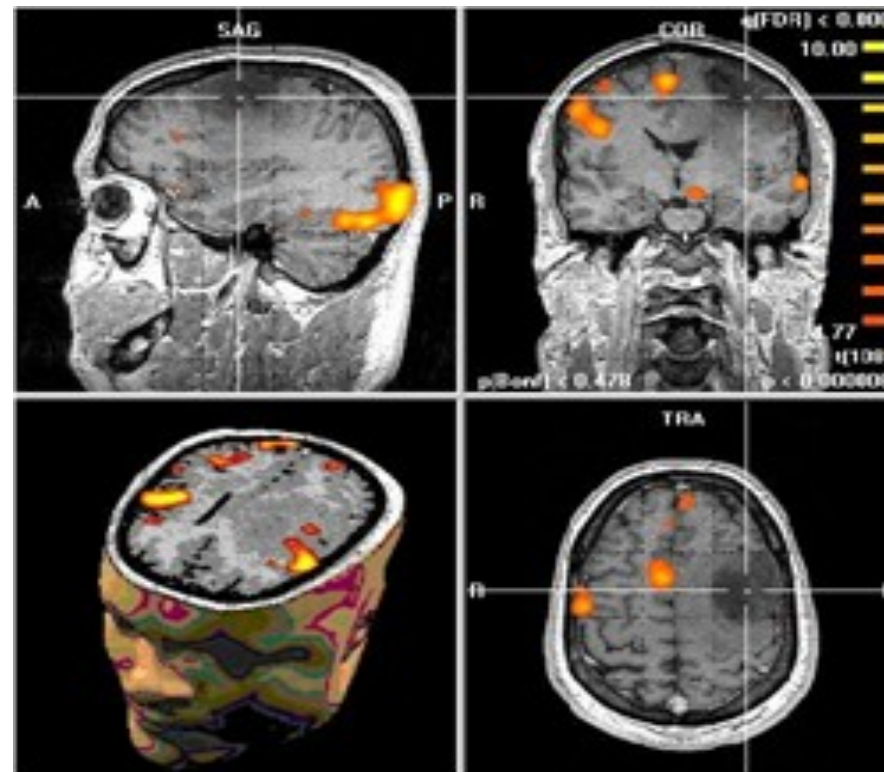
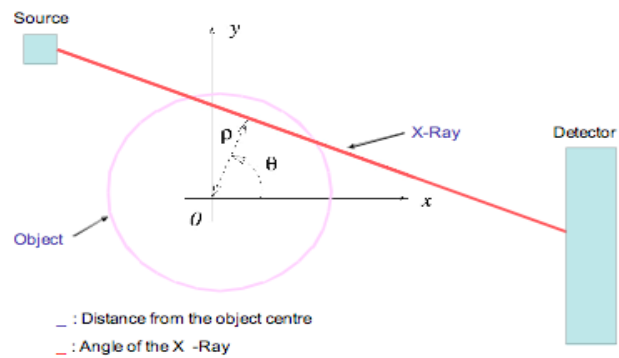
Tomografía Axial Computerizada

Transformada de Radon: Se reconstruye una imagen tridimensional a partir de sus proyecciones en distintas direcciones

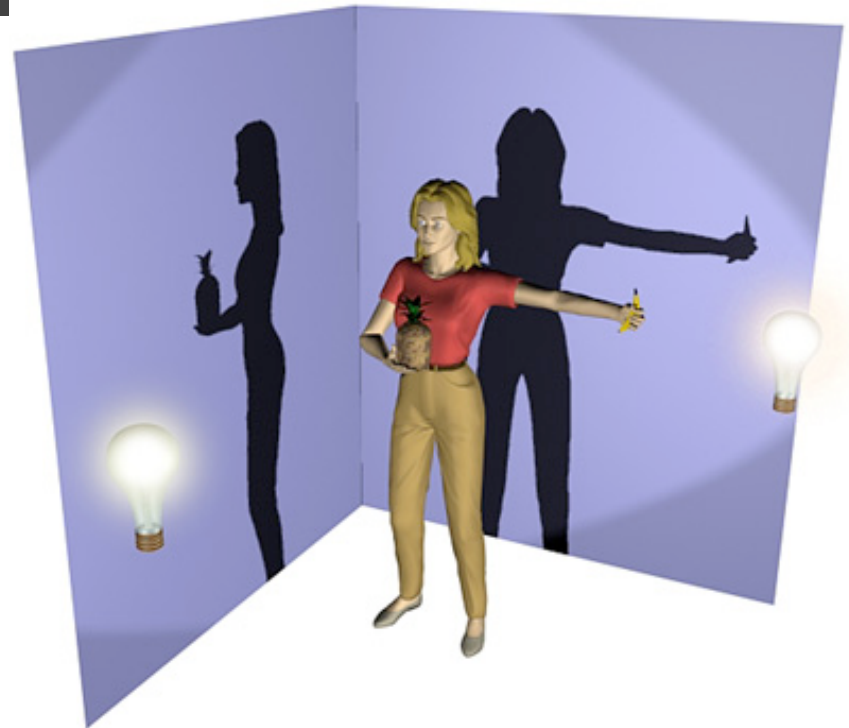


TAC



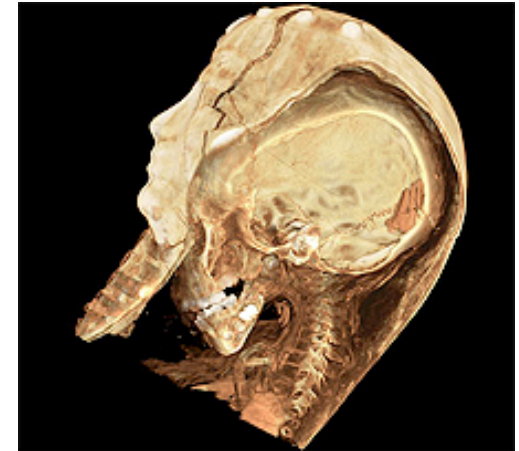
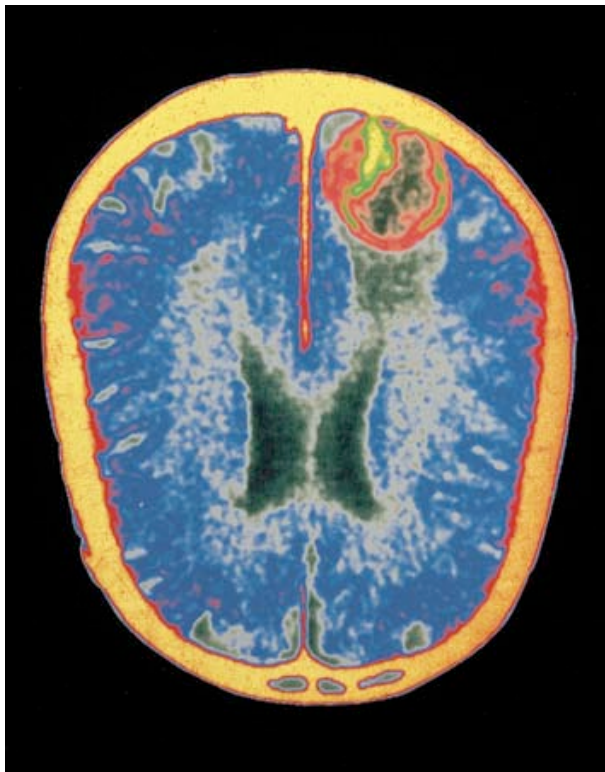


TAC Tomografía axial computerizada



© 2002 HowStuffWorks

TAC

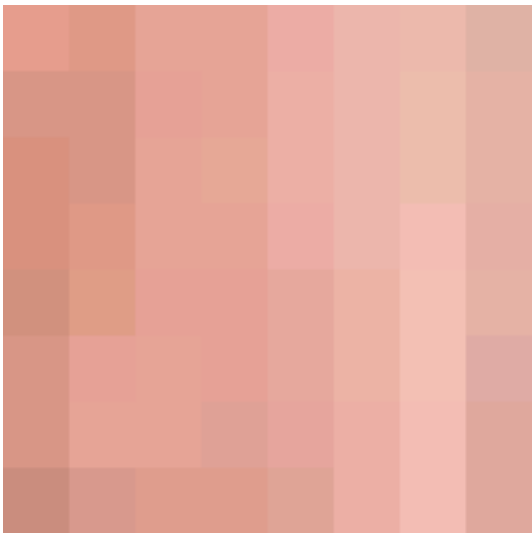


Compresión de imágenes

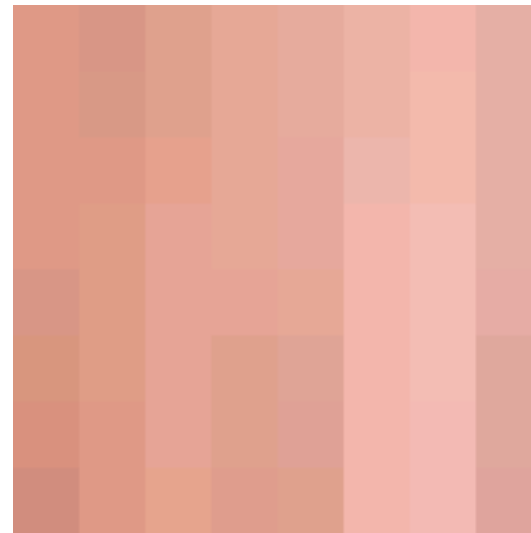
JPEG Joint Photograph Expert Group

$$f_x = \frac{1}{2} \sum_{w=0}^7 C_w F_w \cos \left[\frac{\pi(2x+1)w}{16} \right].$$





Original



Reconstructed ($q = 50$)

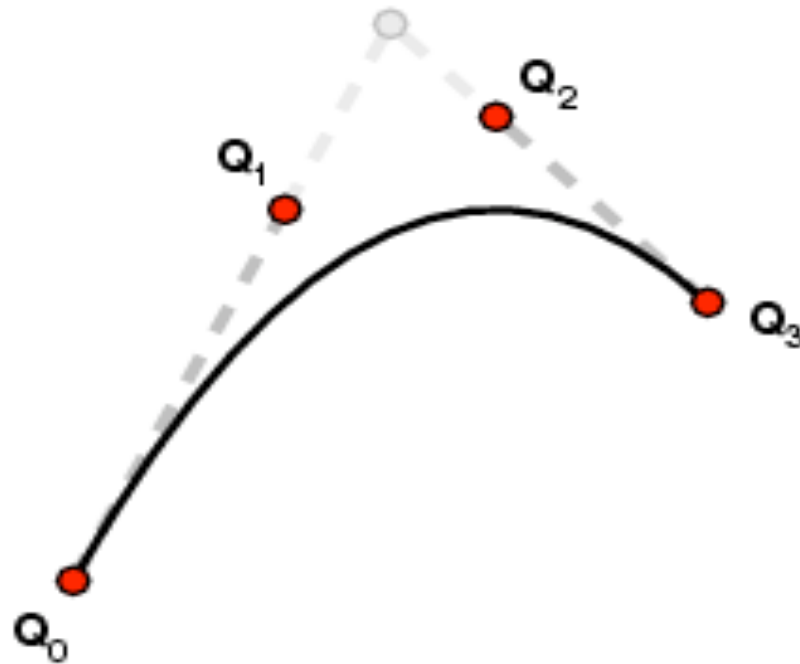
Diseño geométrico asistido por ordenador

- | | | |
|------|---|---|
| 1934 |  | Il logo inciso Kwanon venne usato sui modelli e i prototipi di fotocamere, ma mai utilizzato sul mercato. |
| 1935 |  | Il logo Canon viene registrato come marchio. Il concept della sua grafica base inizia a formarsi. |
| 1953 |  | Il logo subisce una prima rifinitura, che ne uniforma ed equilibra l'aspetto. |
| 1956 |  | Il logo attuale, frutto di ulteriore restyling. |

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890(.,!/?&\$£€)

Qa

Curvas de Bézier



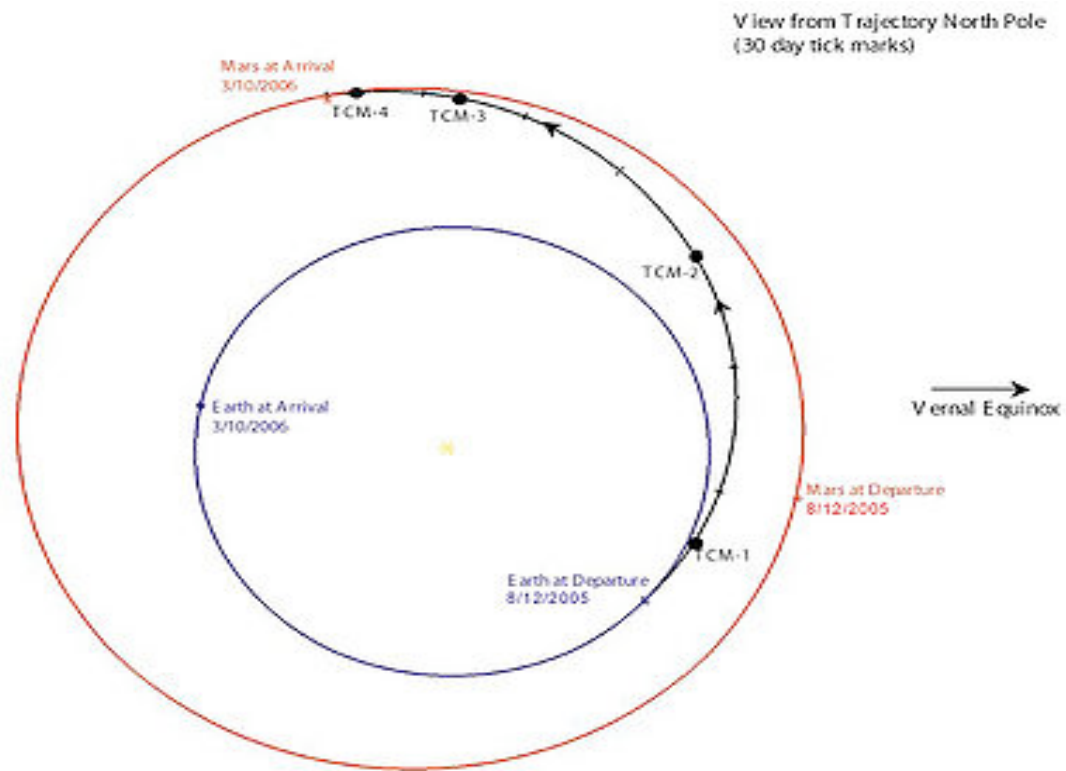
Astrodinámica

Aplicación de la
mecánica celeste al
movimiento de naves
espaciales

Diseño de trayectorias de
objetos artificiales en el
sistema solar



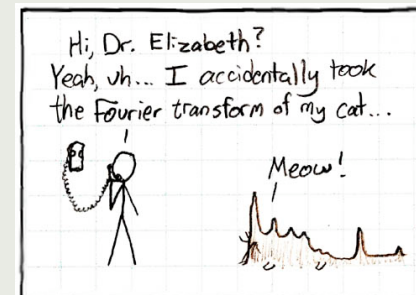
[CLICK FOR ENLARGED IMAGE AND CAPTION](#) +



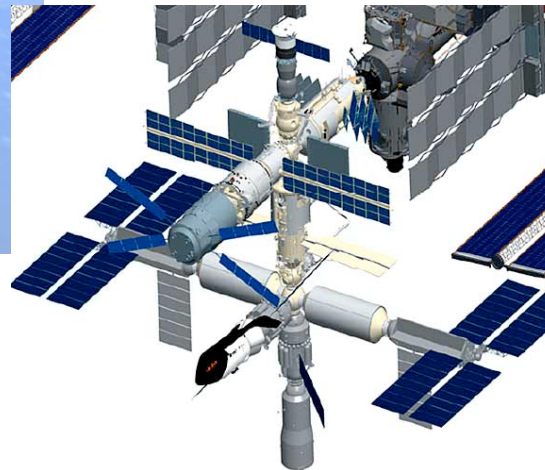


NASA: Exploración de Marte

Teoría de la señal



ISS



International Space Station



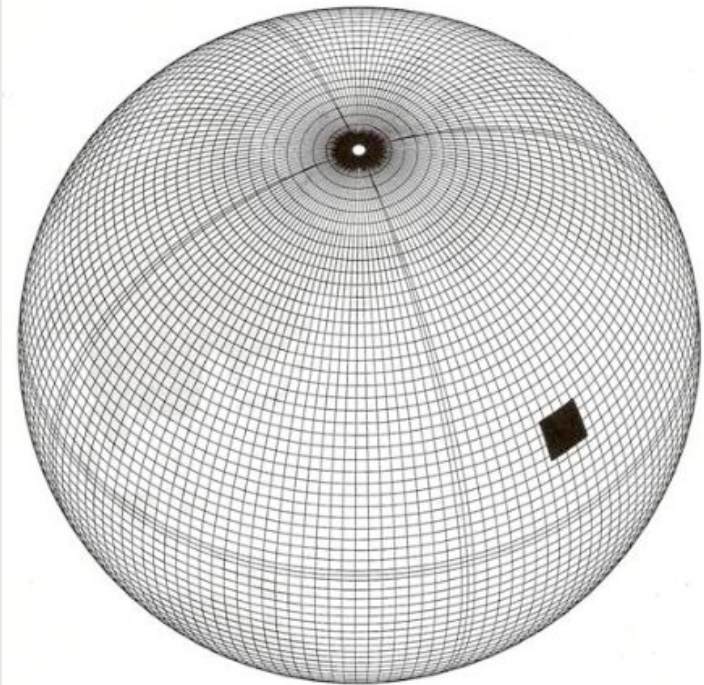
ESA Agencia Espacial Europea

- ▣ Candidates submitting their applications on the basis of their academic credentials should have a university degree at the masters or preferably doctorate level in the fields of the natural sciences (physics, biology, chemistry, and earth sciences or related disciplines), medicine, engineering, information technology or **mathematics**.



Modelos matemáticos del clima

El efecto mariposa



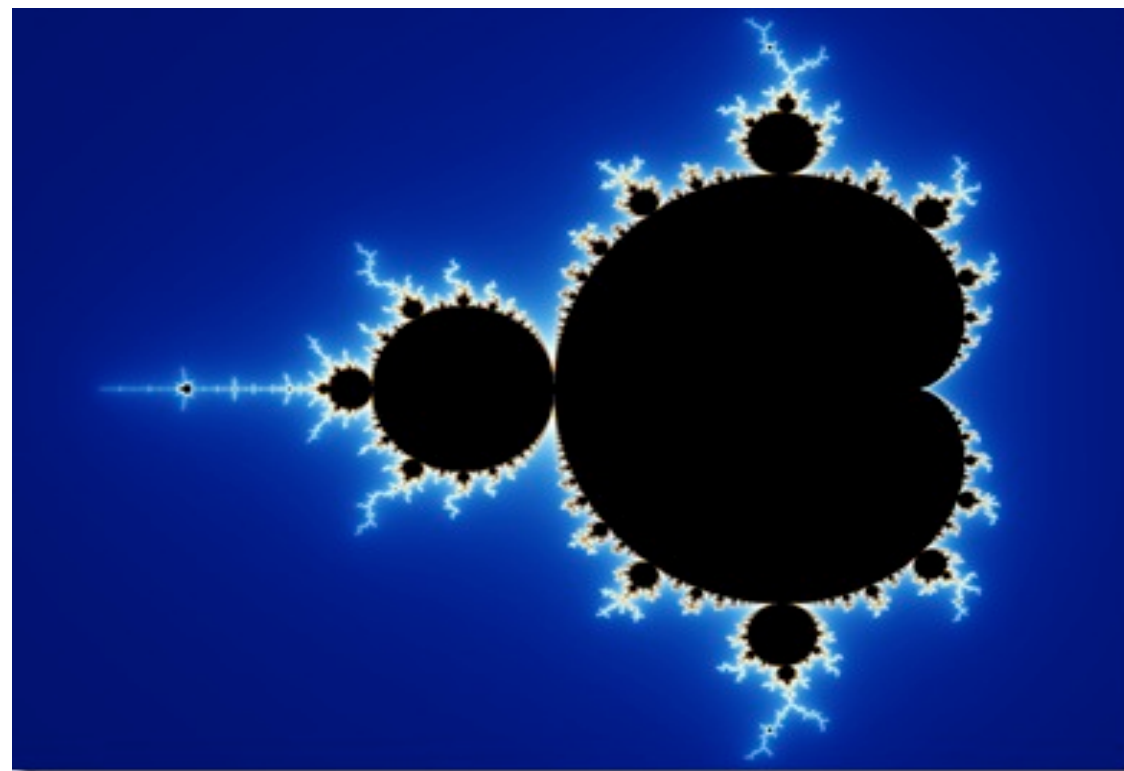
Sistemas dinámicos

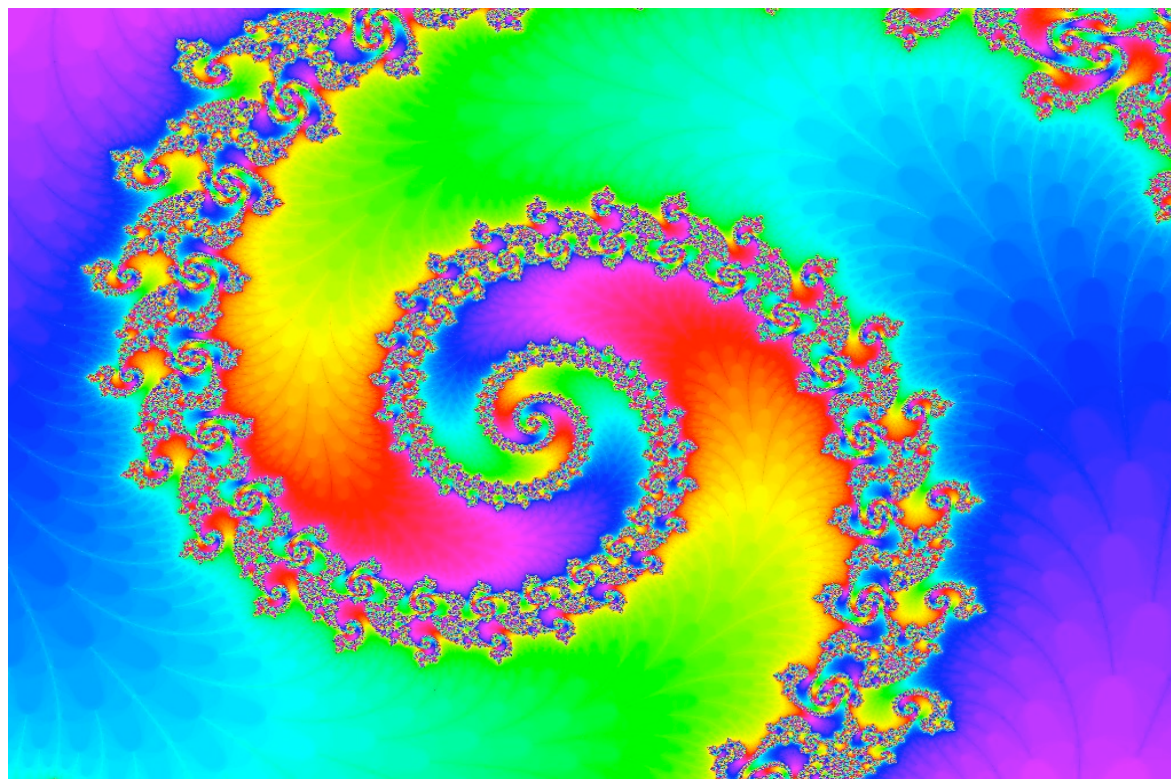


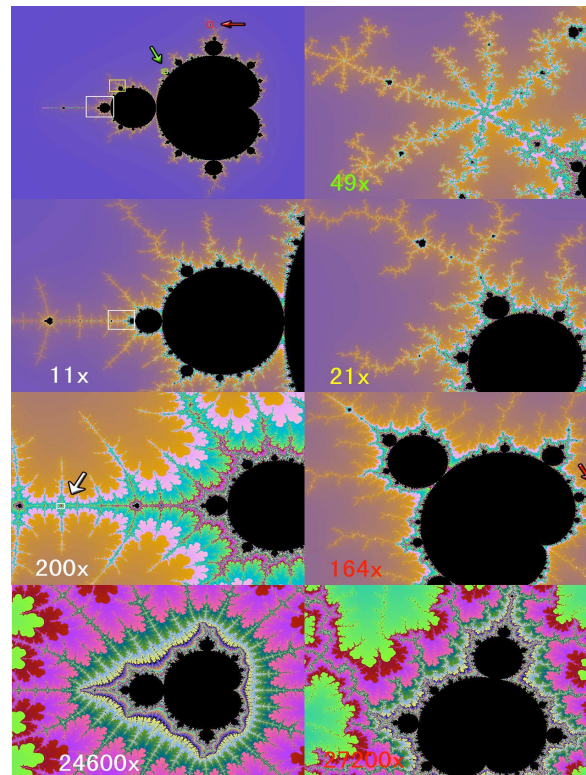
Teoría del Caos

Fenómenos deterministas,
aleatorios o caóticos









Jonathan Coulton

Pathological monsters! cried the terrified mathematician

Every one of them is a splinter in my eye

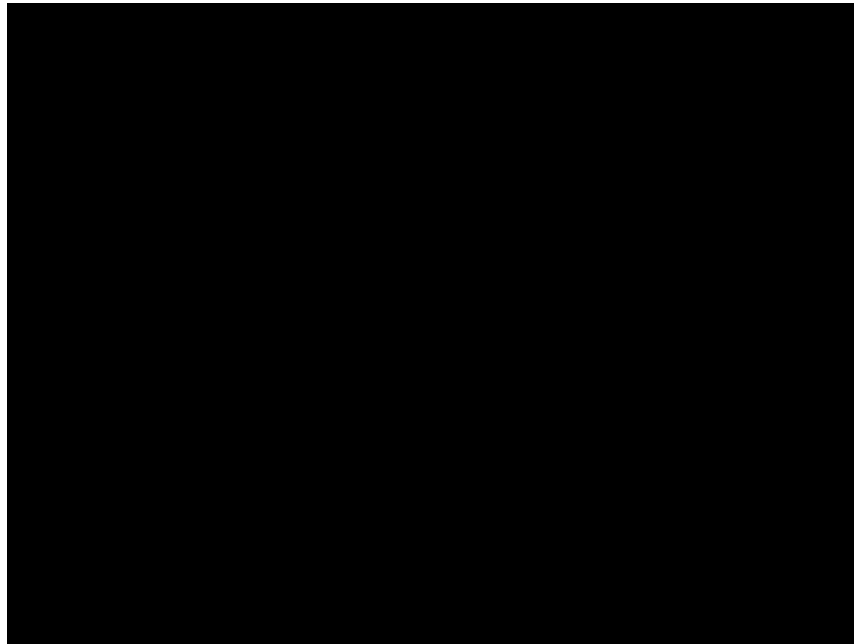
I hate the Peano Space and the Koch Curve

I fear the Cantor Ternary Set And the Sierpinski Gasket
makes me want to cry

And a million miles away a butterfly flapped its wings

On a cold November day a man named Benoit Mandelbrot
was born

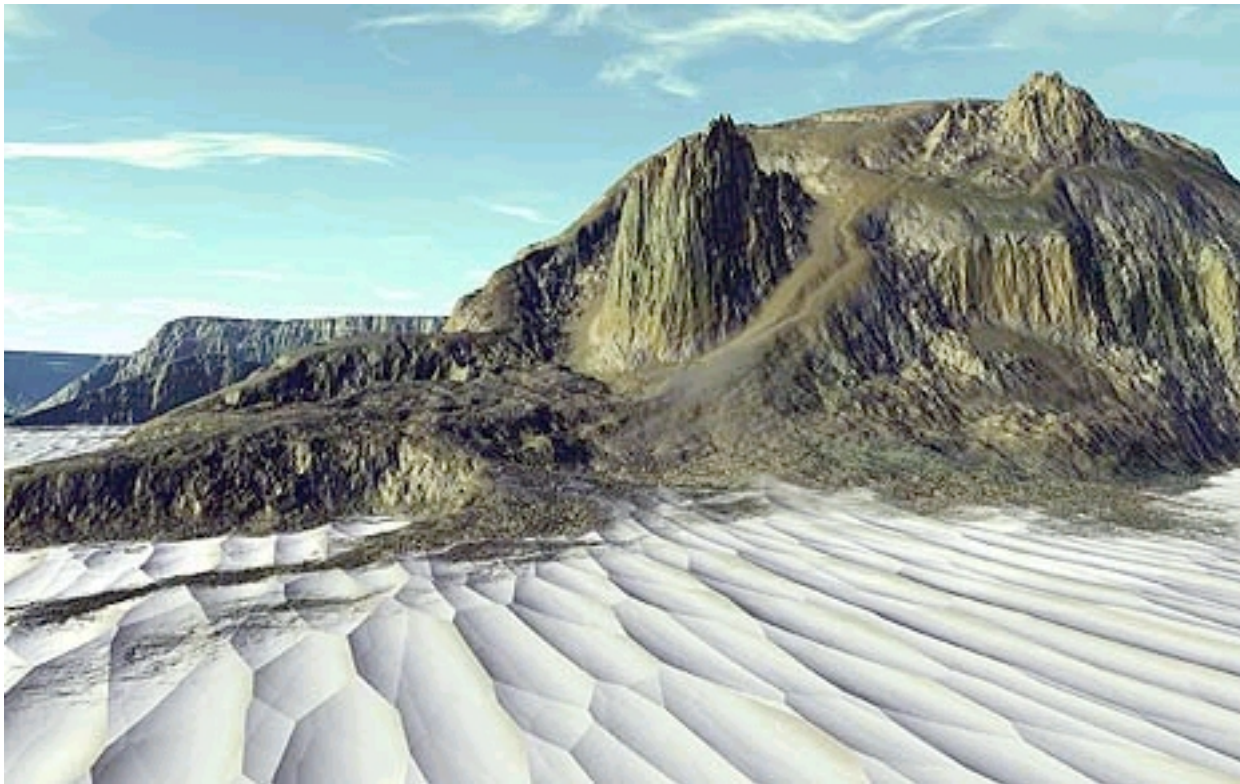
Un fractal



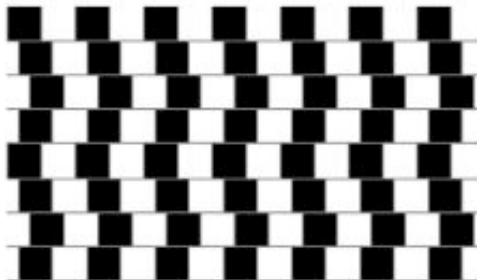
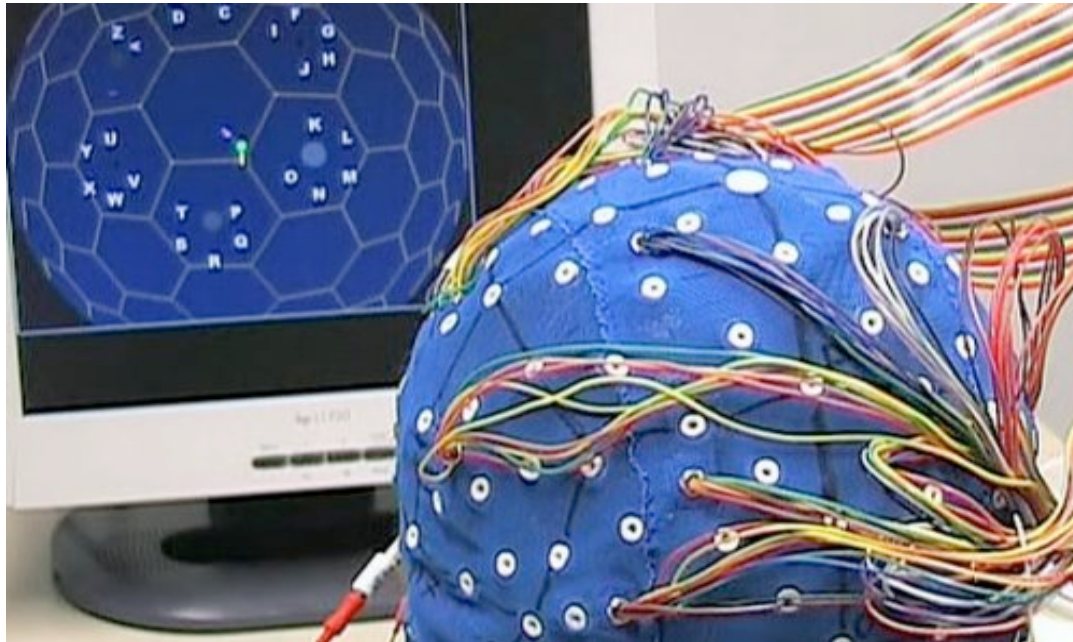
Fractales



Paisajes Fractales



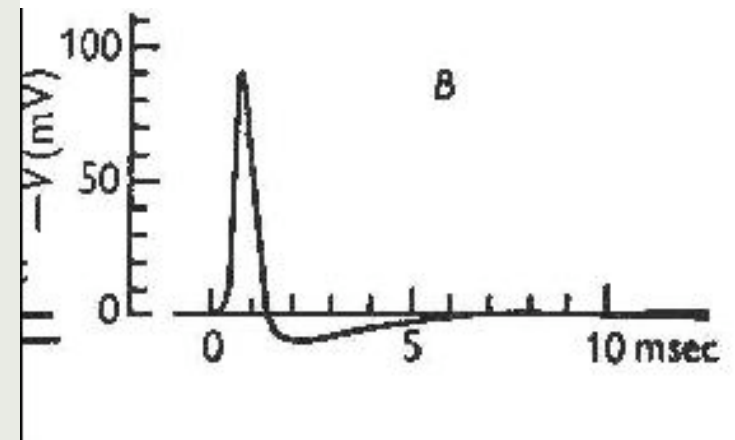
Neurociencia computacional



Modelo de neurona

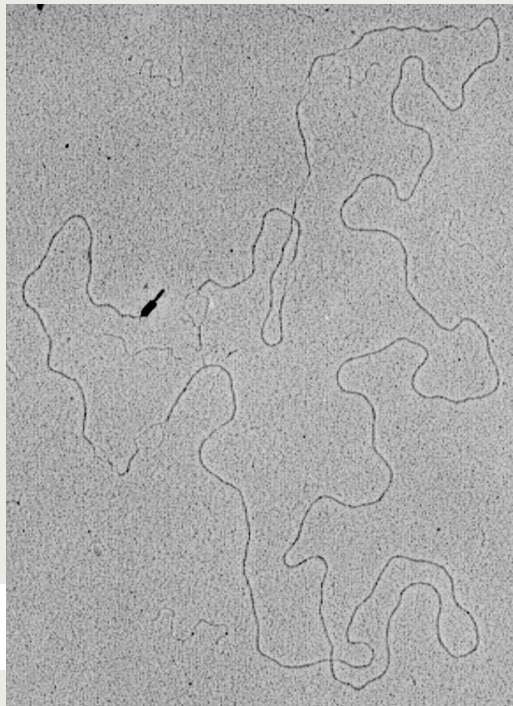
Simulación de la actividad cerebral

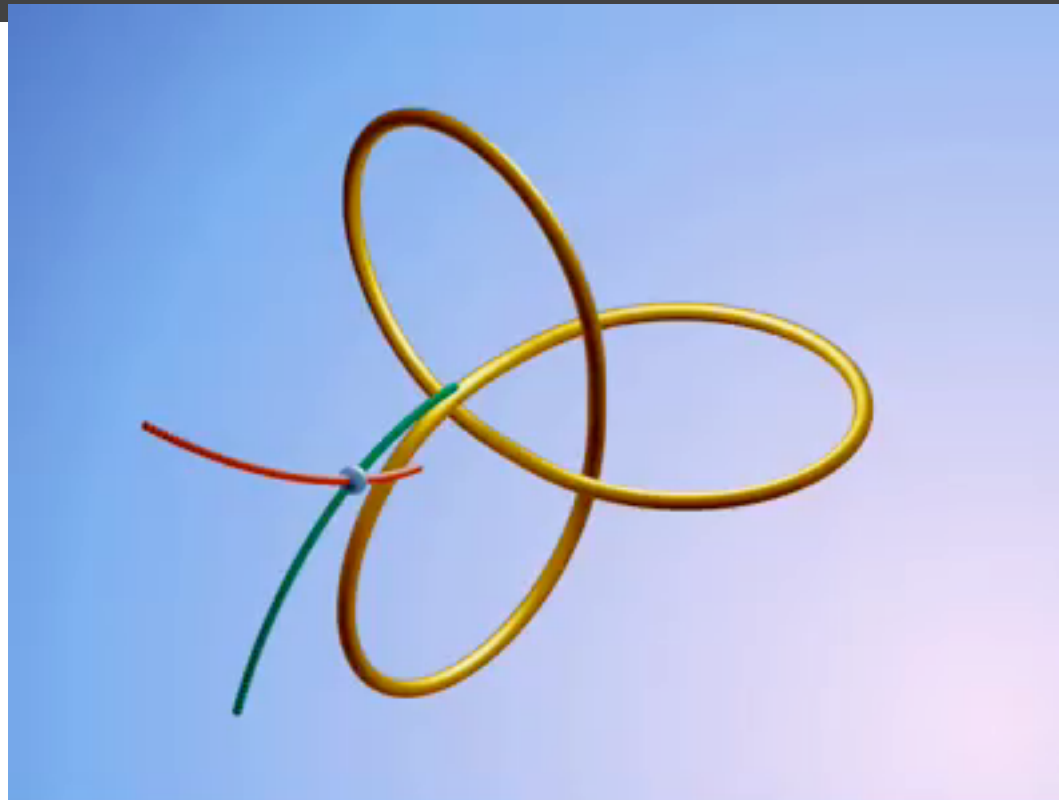
Redes neuronales

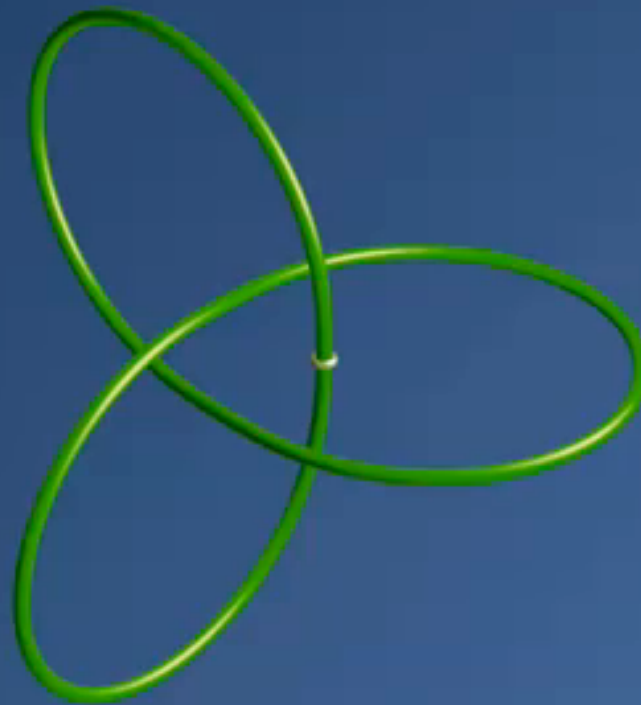


Biología Matemática

Genoma







Computación cuántica

D gate: INPUT

$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$

OUTPUT

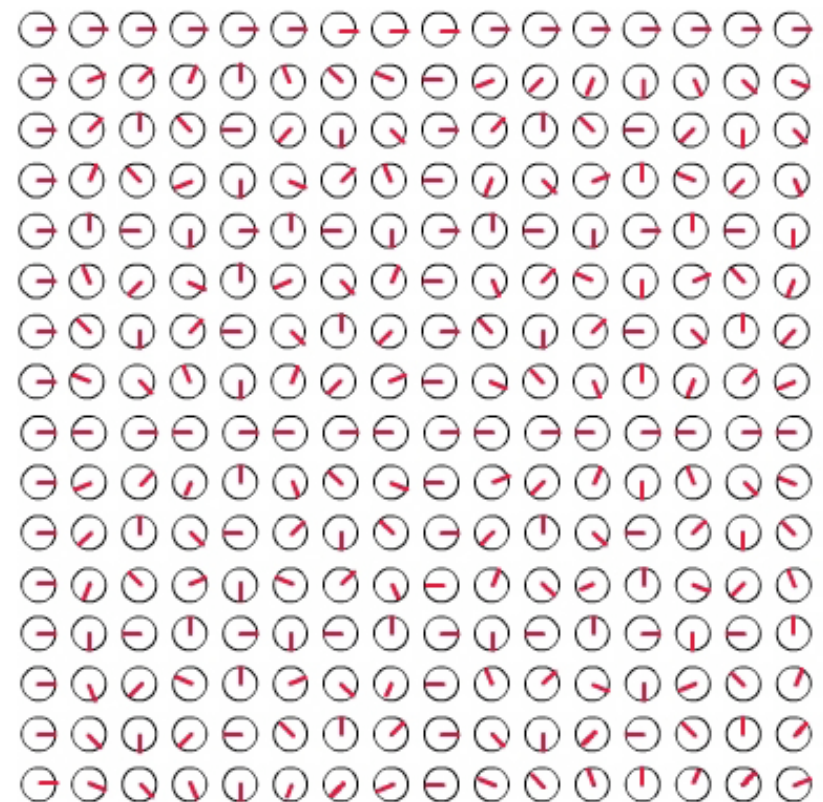
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$

(1/16)

Register L

Register R

$|0\rangle$ $|1\rangle$ $|2\rangle$ $|3\rangle$ $|4\rangle$ $|5\rangle$ $|6\rangle$ $|7\rangle$ $|8\rangle$ $|9\rangle$ $|10\rangle$ $|11\rangle$ $|12\rangle$ $|13\rangle$ $|14\rangle$ $|15\rangle$



1
19
21
59
16
49
81
9
1
19
21
59
16
49
81
59

CRIPTOGRAFÍA



Criptografía

Enigma

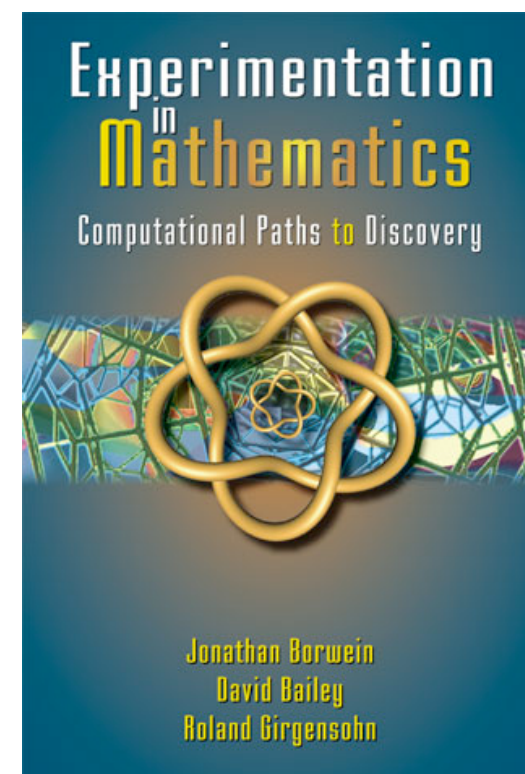
Internet, VeriSign, SSL

NSA





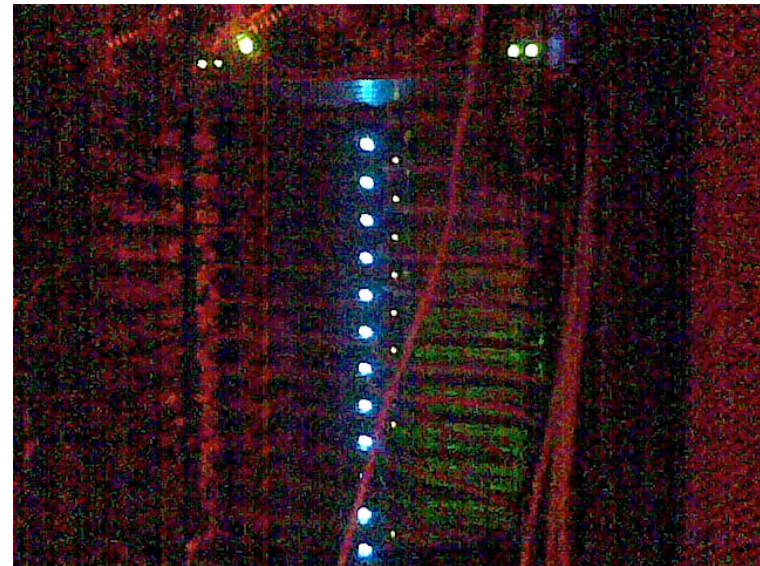
Matemáticas Experimentales



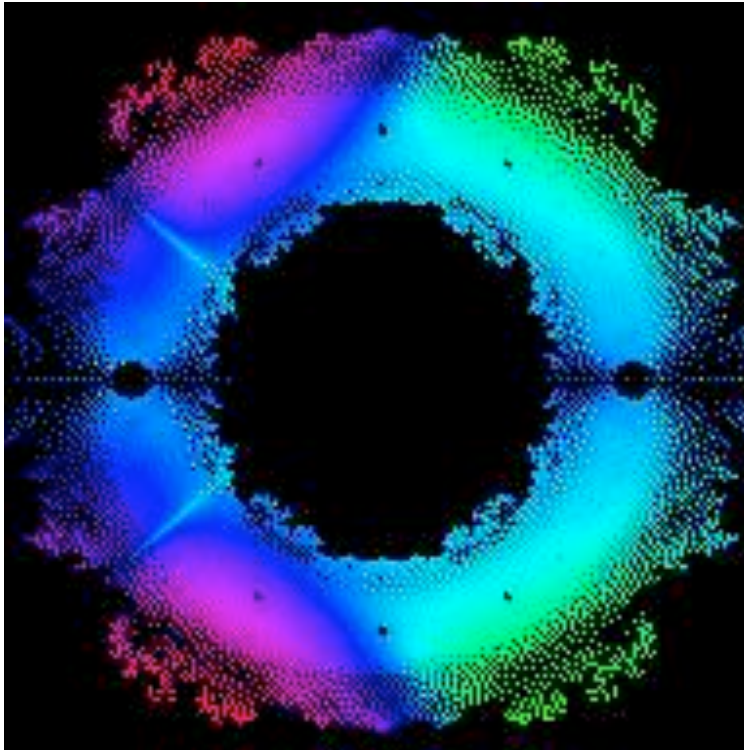
Supercomputador Finisterre



CESGA



Polinomios

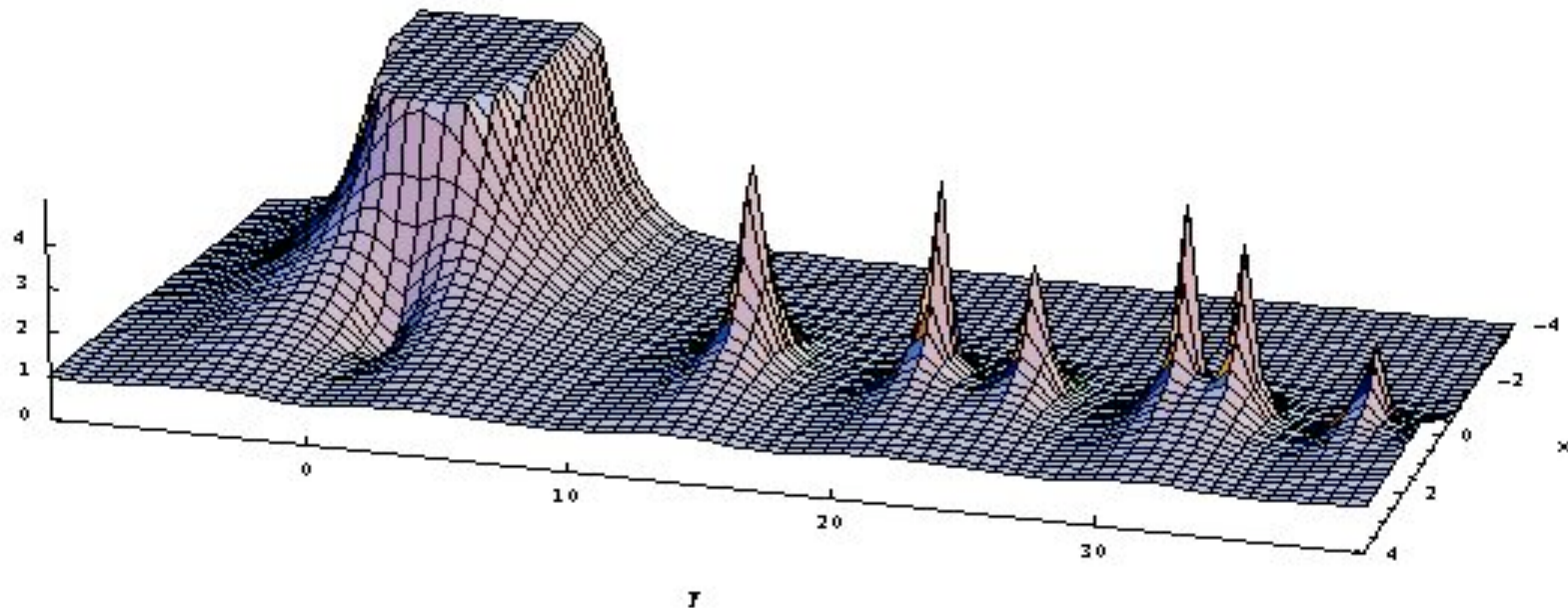


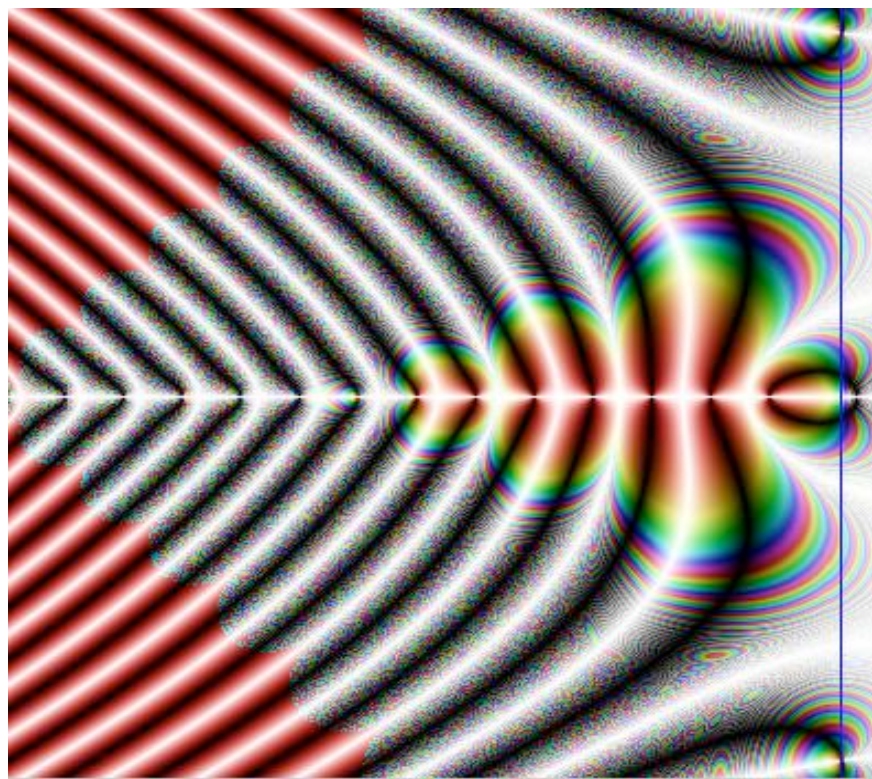
- Las soluciones de todos los polinomios complejos de grado menor que 18 con coeficientes 1 y -1

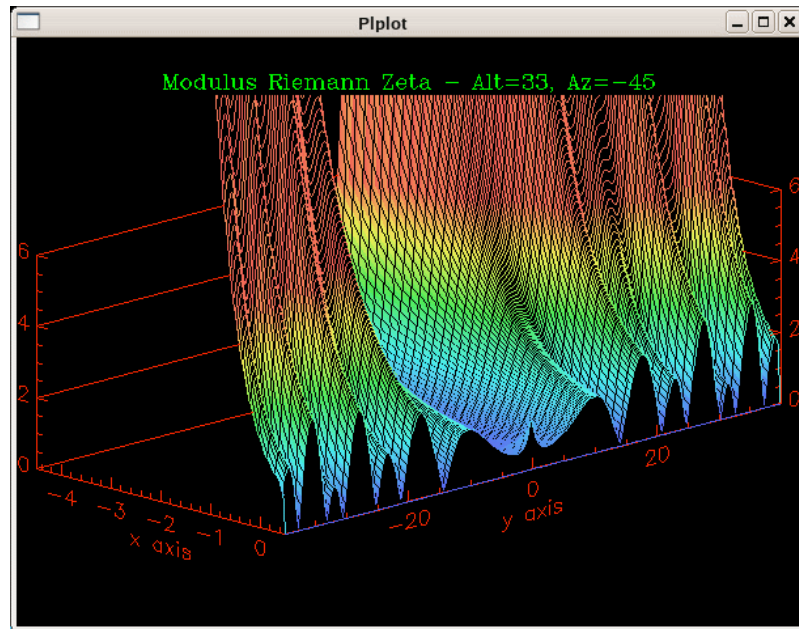
Matemáticas experimentales

■ Búsqueda de cifras de Pi

La hipótesis de Riemann







La hipótesis de Riemann

Educación Matemática

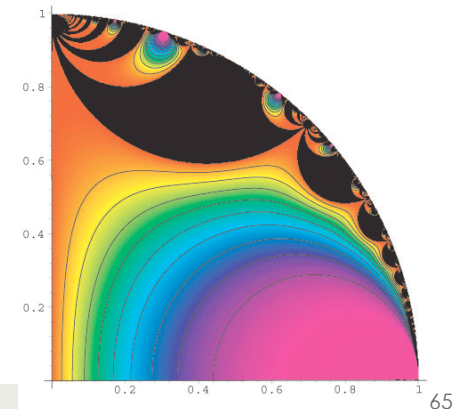
- Modificar los planes de estudios para atender las demandas de una sociedad cada vez más tecnificada
- Equilibrio entre lo que necesita la sociedad, los estudiantes y las propias matemáticas
- Enseñar matemáticas cada vez más sofisticadas a grupos sociales más amplios

- Apoyo personalizado a los estudiantes
- Software, aprendizaje on-line
- Nuevos Métodos de tutoría y evaluación
- Ojo: en Australia el 70% de los estudiantes universitarios trabajan 13-15 horas semanales

Desafíos matemáticos del siglo XXI

- Teoría de números
- Complejidad algorítmica
- Procesamiento de la imagen
- Teoría geométrica para unificar todas las fuerzas fundamentales (mecánica cuántica, gravitación)
- Mecánica de flúidos
- Matemáticas financieras
- Redes, seguridad, genética, cerebro

...



Desafíos matemáticos del siglo XXI

- El siglo de la información
- Investigación interdisciplinar
- Modelización, herramientas de visualización, experimentación, computación
- Organización de los investigadores
- Incorporación de las mujeres a la investigación



Las matemáticas, son importantes

Ustedes saben que
Pitágoras dijo una vez que
Dios habla por las
matemáticas

El conocimiento
matemático como
necesidad para entender
la sociedad, la política, el
pasado, el presente y el
futuro



¿Quién de nosotros no estaría encantado de levantar el velo tras el que se esconde el futuro? ¿De echar un vistazo a los próximos avances de nuestra ciencia y a los secretos de su desarrollo durante los siglos futuros?

David Hilbert



Muchas gracias

quique.macias@usc.es

<http://www.usc.es/imat/quique>