

As matemáticas do século XXI



Enrique Macías Virgós

A Xeometría que nos rodea

Ferrol, 29-30 outubro 2009

1909 - 2009

- ▣ **Aeroplano Brunet:** primeiro voo a motor en España, na localidade valenciana de Paterna



AIRBUS 380

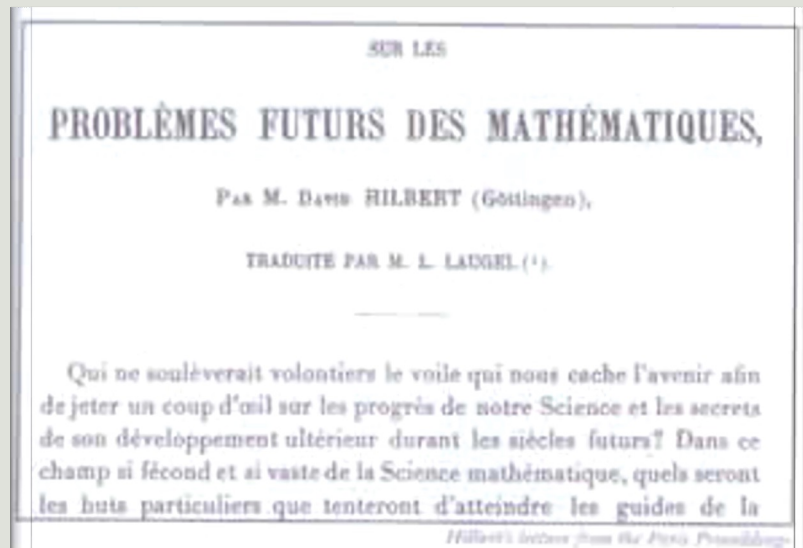
- O verdadeiro método para prever o futuro das Matemáticas reside no estudo da sua história e do seu estado presente
- *H. Poincaré 1908*
O futuro das matemáticas



ICM 1900 Paris



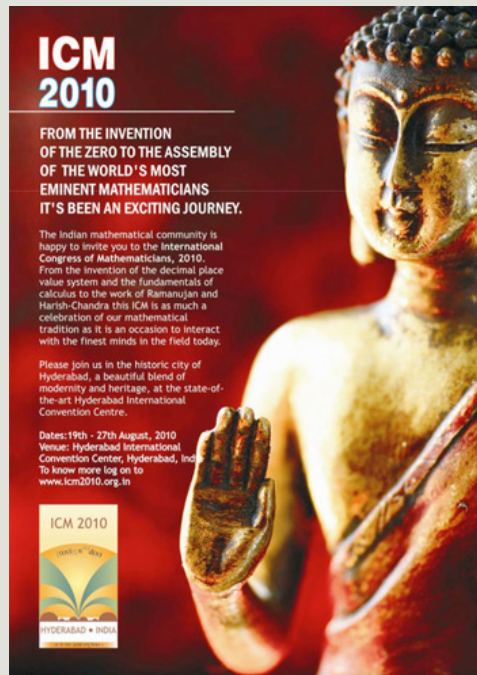
- Os **problemas de Hilbert** son unha lista de 23 problemas compilados polo matemático alemán David Hilbert para a súa conferencia en París no Congreso Internacional de Matemáticos de 1900.



1. A hipótese do continuo (Cantor)

Solución en ZFC: non se pode atopar contraexemplo (Godel 1938) nen pode ser probada (Cohen 1963)

7. Problemas sobre os números primos. A hipótese de Riemann Sen resolver



ICM International Congress of Mathematicians

Celébranse cada catro anos nun país diferente. O último foi en Madrid en 2006. O anterior, en Pekín (2002). O seguinte será en **Hyderabad, India**, en 2010.



Madrid: Congreso Internacional de Matemáticas...

$$\sqrt{3} + \frac{51.31x + y}{\sqrt{12} : 368} : \frac{z}{v^2} = \frac{\sqrt{abd} + 11c}{17\pi : 576} =$$
$$= \frac{db^2\sqrt{562} + ac^2}{c^2 - z^3 + 42r^2}$$



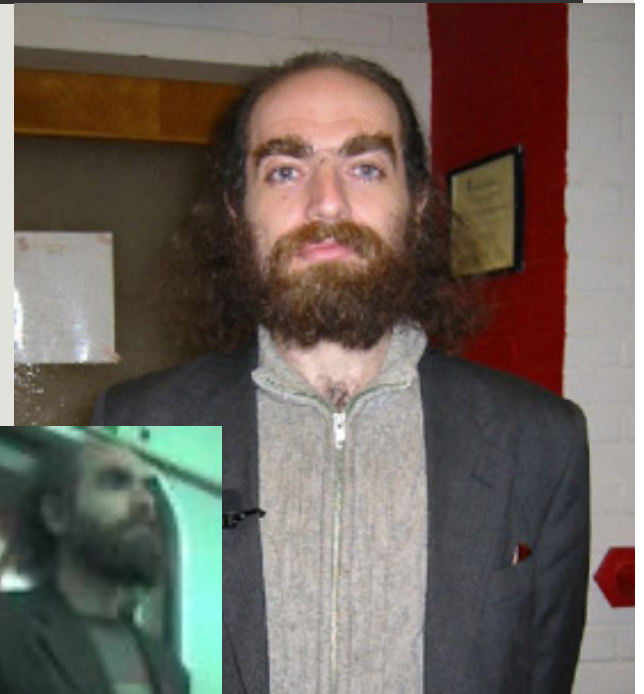
Conxectura de Poincaré

Conxectura de Poincaré (1904):

se un espazo pechado
tridimensional non ten buracos
entón é unha esfera

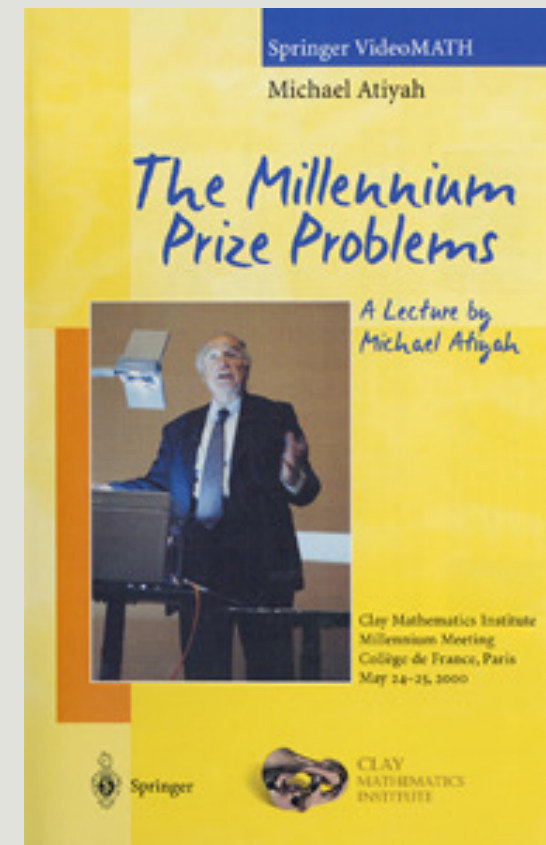
Resolta por Grigori Perelman en
2002-2003

É un dos **Sete problemas do
milenio**, premiado con 1.000.000
dólares cada un

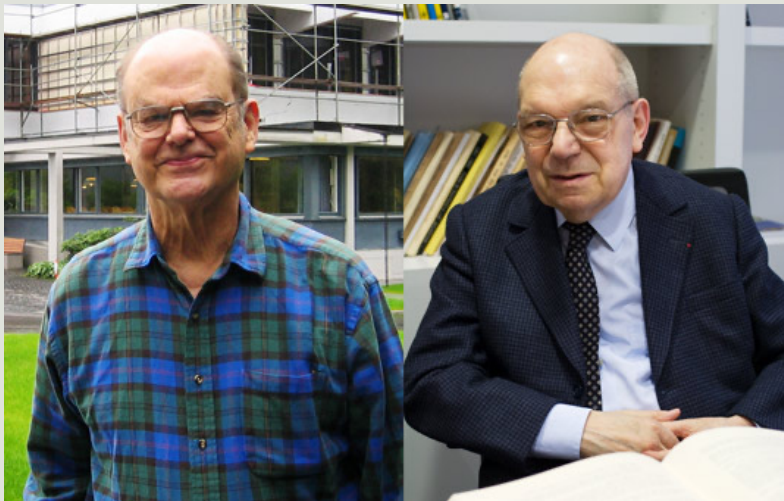


Os sete problemas do milenio

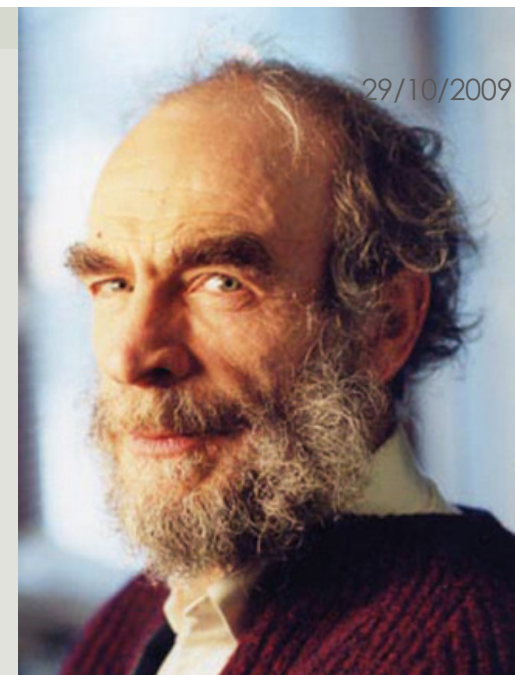
- Conjectura de Birch e Swinnerton-Dyer
- Conjectura de Hodge
- Ecuaciones de Navier-Stokes
- Complejidad algorítmica P vs NP
- Conjectura de Poincaré
- Hipótesis de Riemann
- Teoría de Yang-Mills



(Clay Foundation)



2008



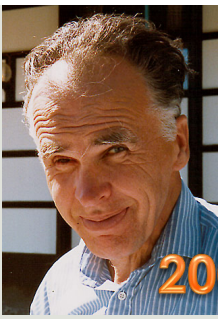
29/10/2009

2009

Premios Abel

Establecidos polo 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

2006



29/10/2009

2003

2003: Jean-Pierre Serre

2004: Sir Michael Francis Atiyah - Isadore M. Singer

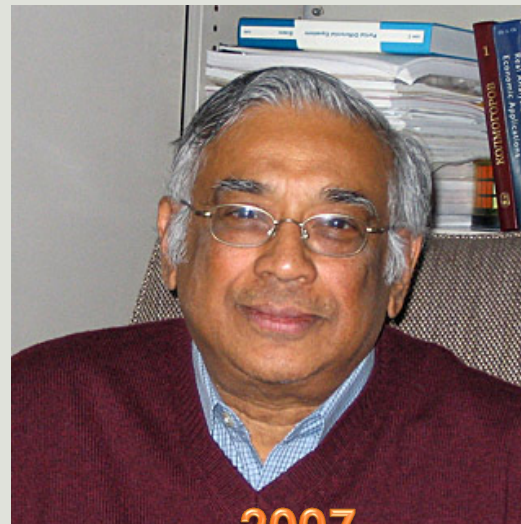
2005: Peter D. Lax

2006: Lennart Carleson

2007: Srinivasa S. R. Varadhan



2005



2007



2004

Premios Abel

Xeometría

Teoría de grupos

Teoría da probabilidade

Análise armónica e sistemas
dinámicos

EDPs

Topoloxía e Física Teórica

Xeometría alxébrica

¿Qué son as matemáticas?

As matemáticas son
difíciles

As matemáticas son
importantes

As matemáticas son útiles



¿Qué son as matemáticas?

A matemática, como unha expresión da mente humana, reflicte a vontade activa, a razón contemplativa e o desexo de perfección estética. Os seus elementos básicos son a lóxica e a intuición, a análise e a construción, a xeneralidade e a individualidade.

(Courant, Robbins 1941)

Trazos distintivos do século XX

De local a global

Aumento do número de
dimensións

De conmutativo a non
conmutativo

Lineal vs non lineal

Impacto da Física

Formalización vs
Interdisciplinariedad



O século XXI



Desafíos matemáticos do século XXI

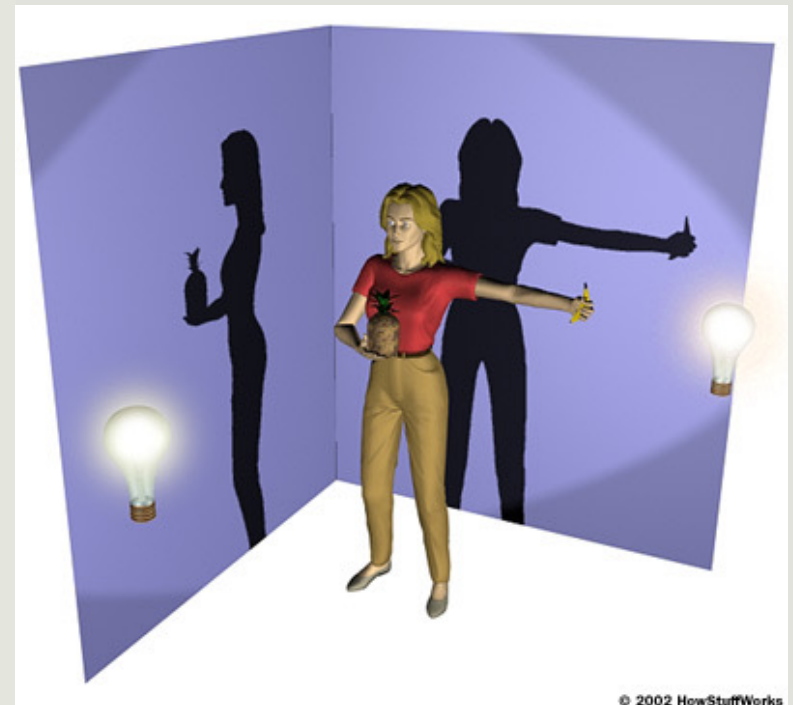
- ▣ problemas concretos para resolver
- ▣ liñas de investigación
- ▣ grao de rigor
- ▣ importancia das aplicacións
- ▣ forma de traballar
- ▣ conexión con outras ciencias



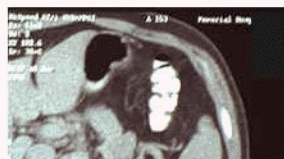
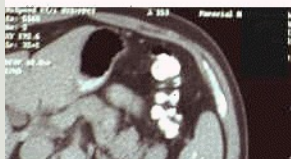
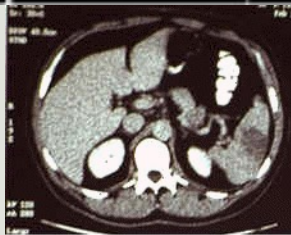
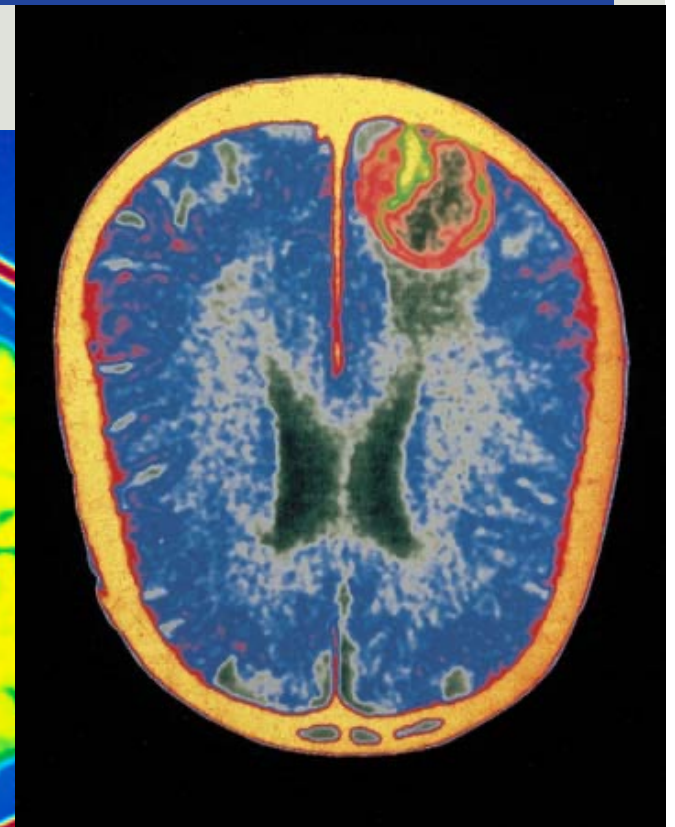
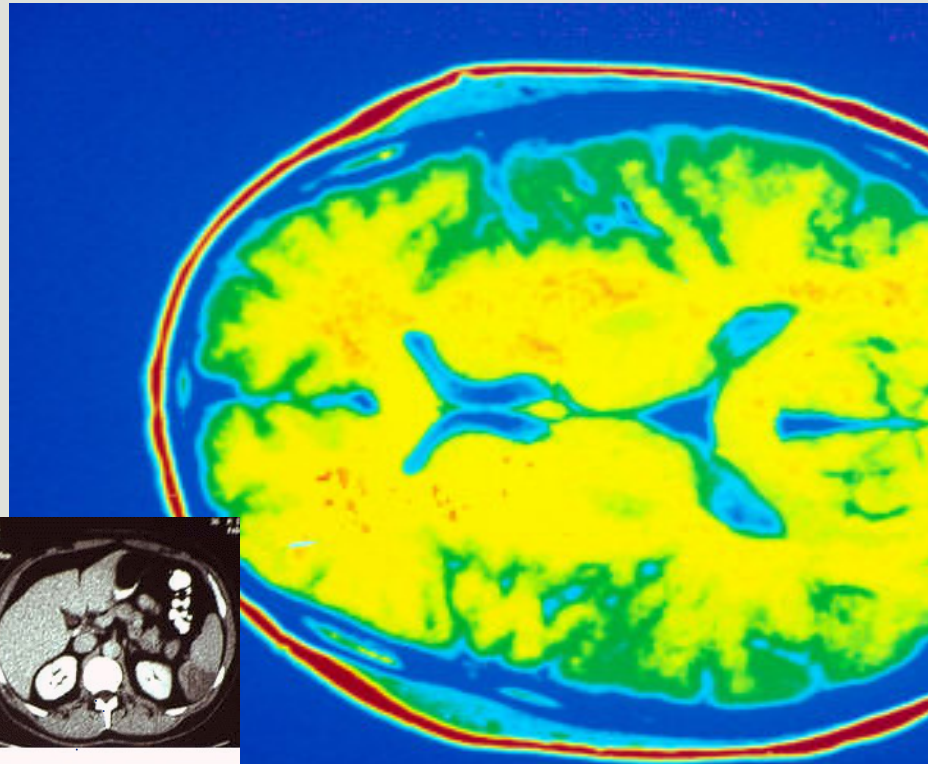
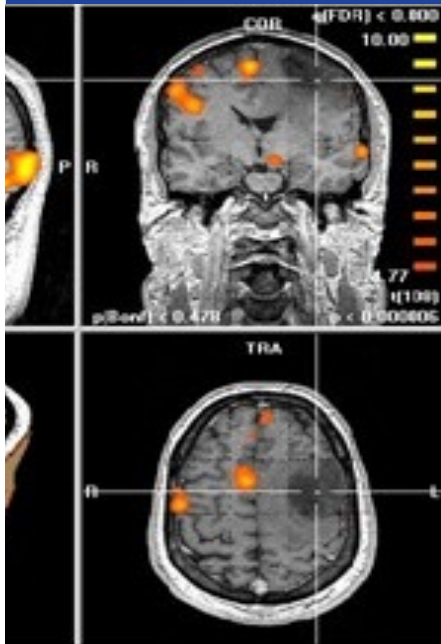
Tomografía Axial Computarizada

Transformada de Radon:

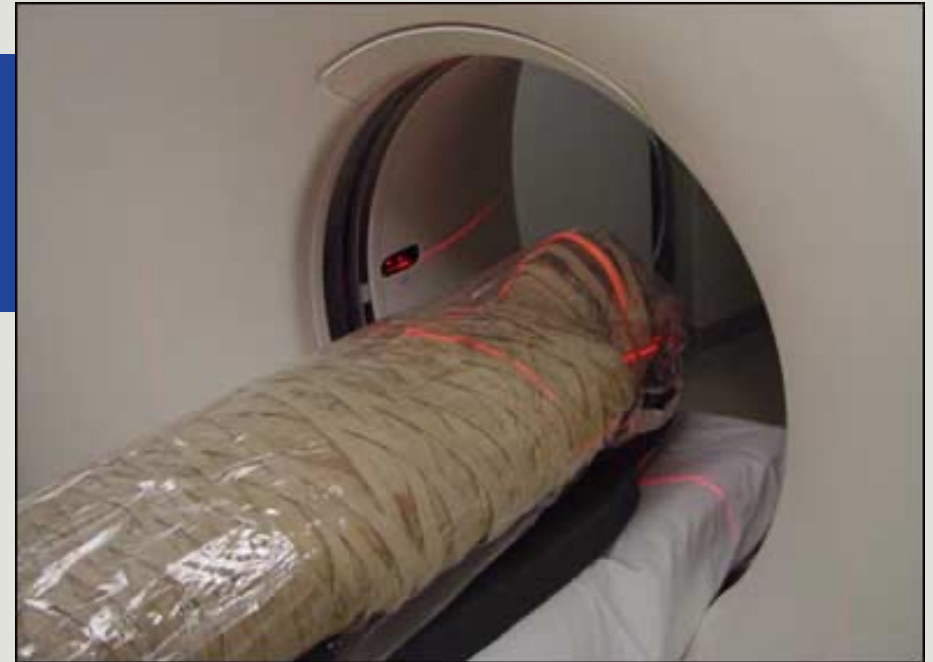
Reconstrúese unha imaxe tridimensional a partir das súas proxeccións en distintas direccións



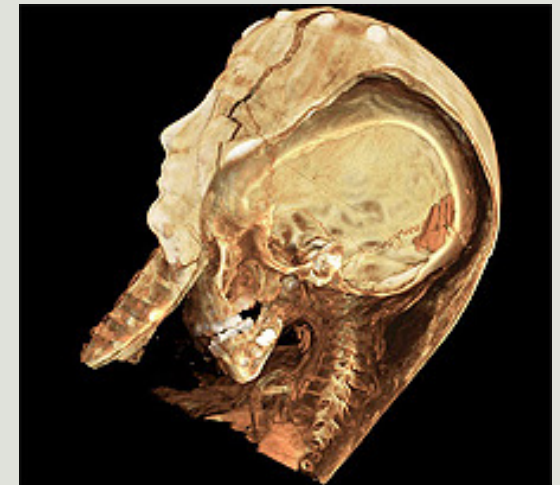
TAC e RMN



TAC e RMN



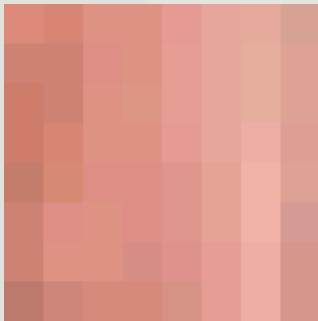
TAC
G. Hounsfield e A.
M.Cormack (Premio Nobel
de Medicina 1979)



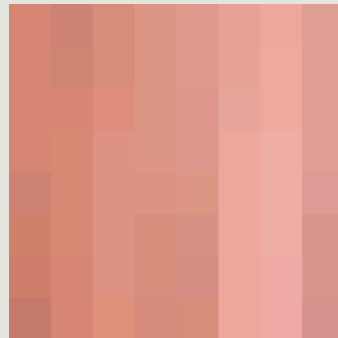
Compresión de imaxes

JPEG Joint Photograph Expert Group

Orixinal



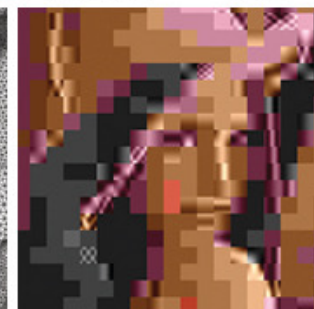
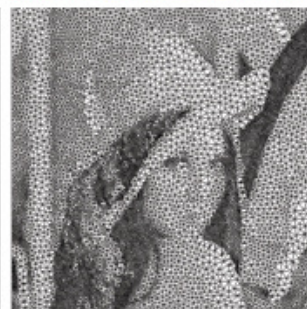
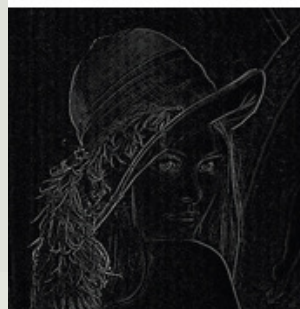
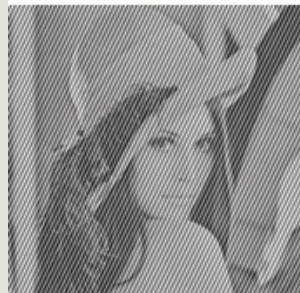
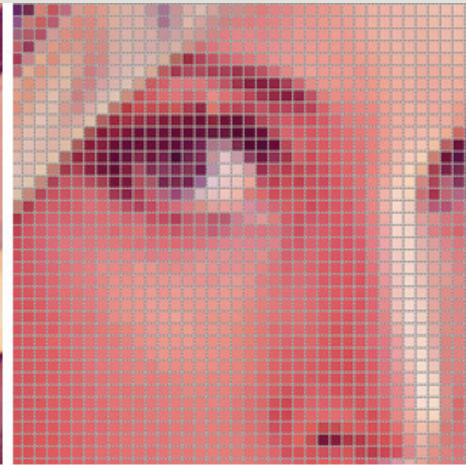
Reconstruído



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



Compresión de imaxes



Diseño xeométrico asistido por ordenador (CAD)

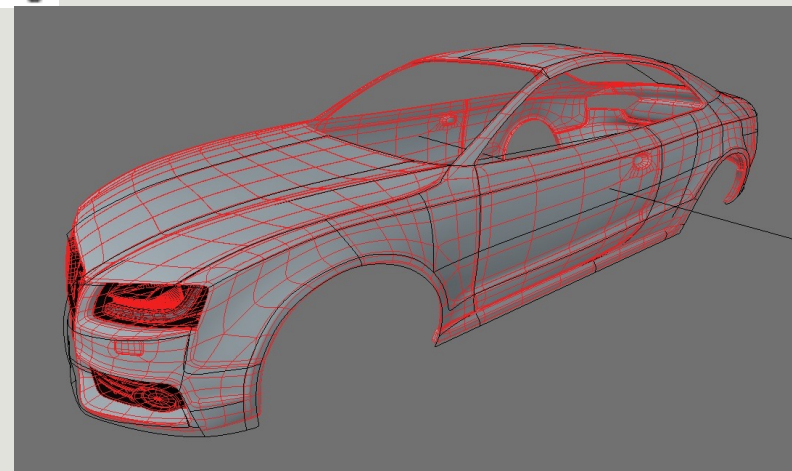
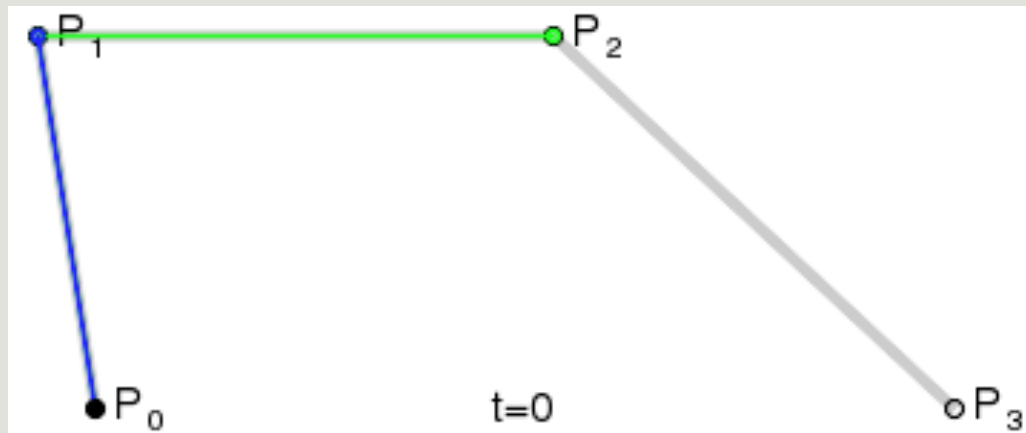
1934		Il logo inciso Kwanon venne usato sui modelli e i prototipi di fotocamere, ma mai utilizzato sul mercato.
1935		Il logo Canon viene registrato come marchio. Il concept della sua grafica base inizia a formarsi.
1953		Il logo subisce una prima rifinitura, che ne uniforma ed equilibra l'aspetto.
1956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

Tipografia

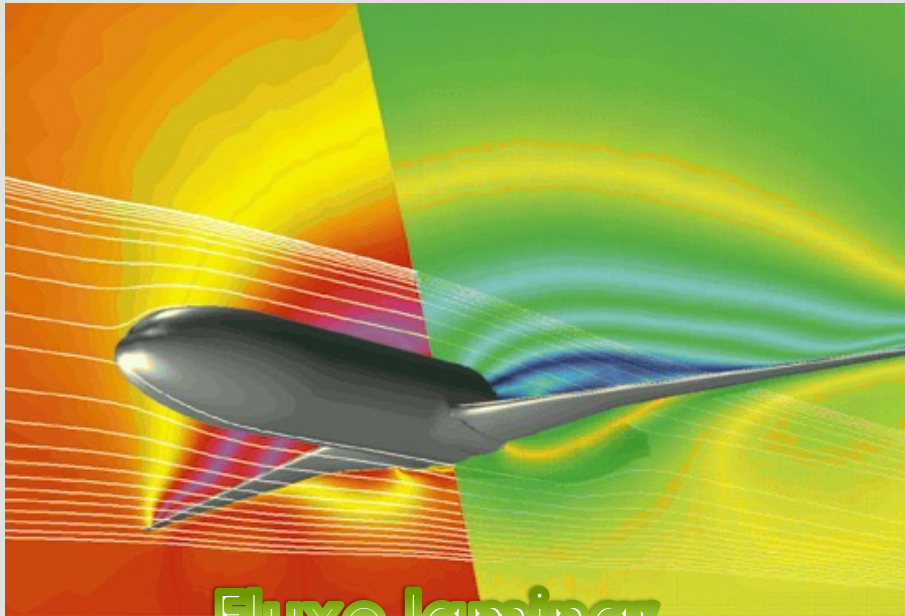
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890(.,;!/?&\$£€)

Qa

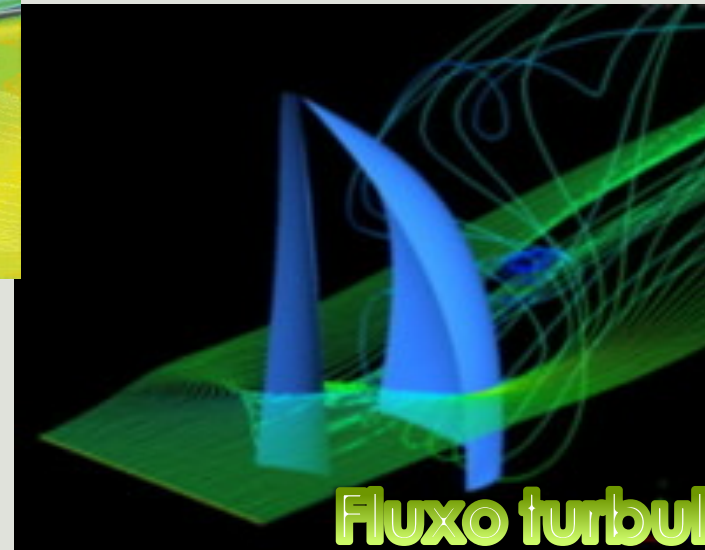
Curvas de Bézier



Modelos matemáticos



Fluxo laminar



Fluxo turbulento

Modelos matemáticos



Túnel de viento

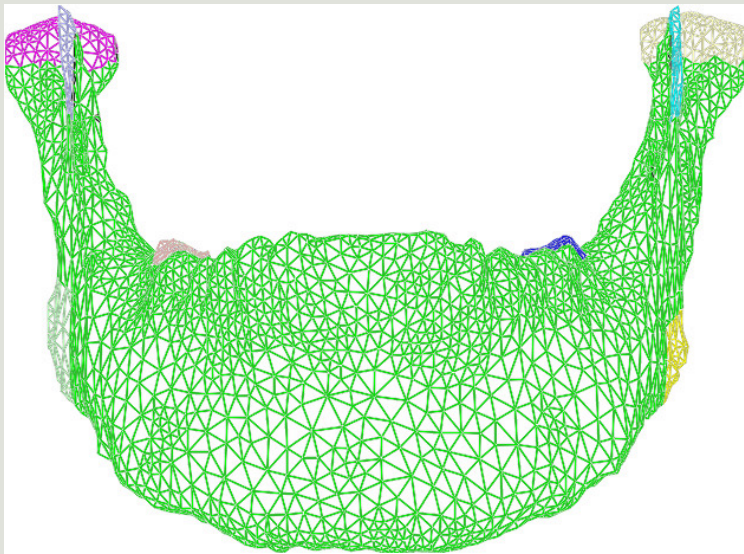


Modelos matemáticos

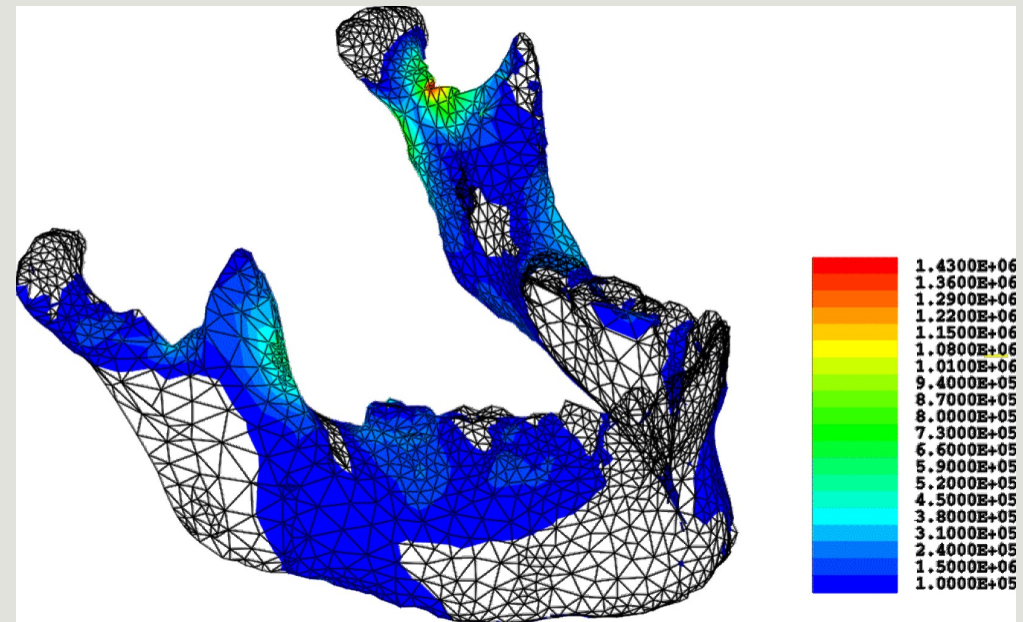
Simulación

Túnel de viento

Simulación numérica de esfuerzos

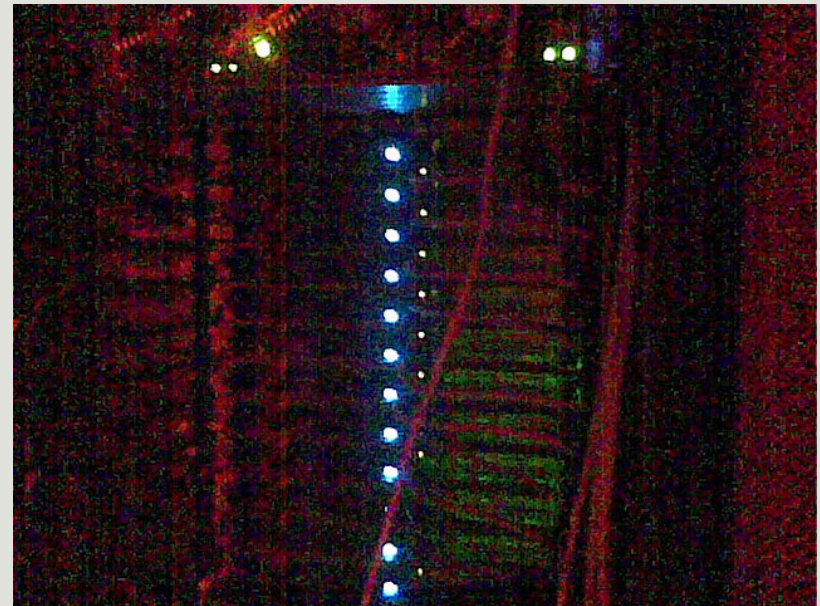


Deformación (amplificada)



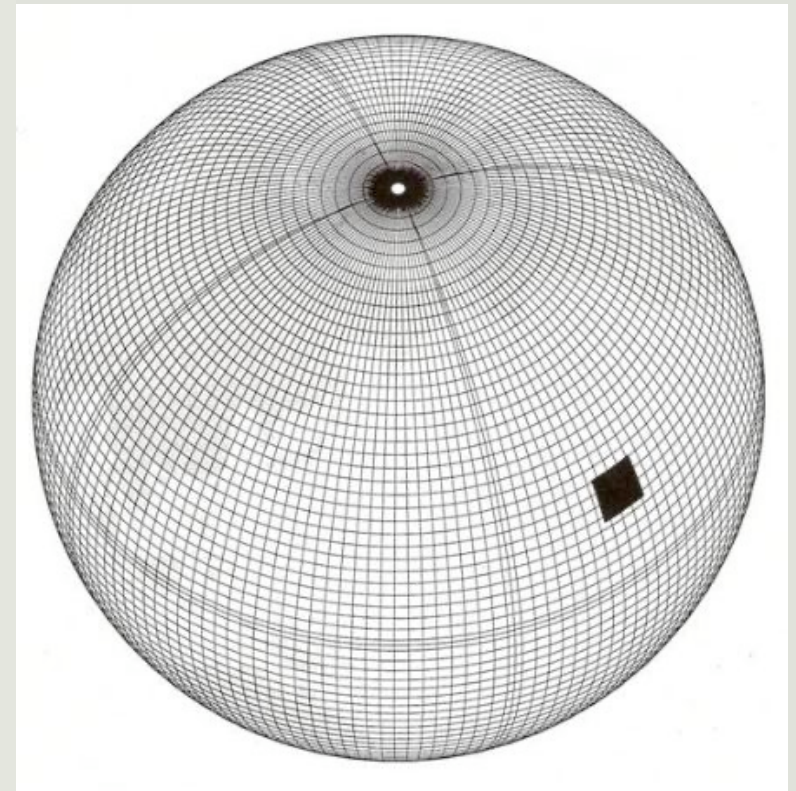
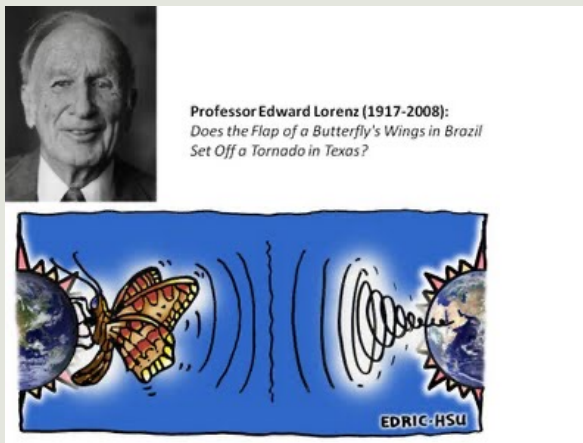
Estado de tensionés

Supercomputador Finisterre no CESGA

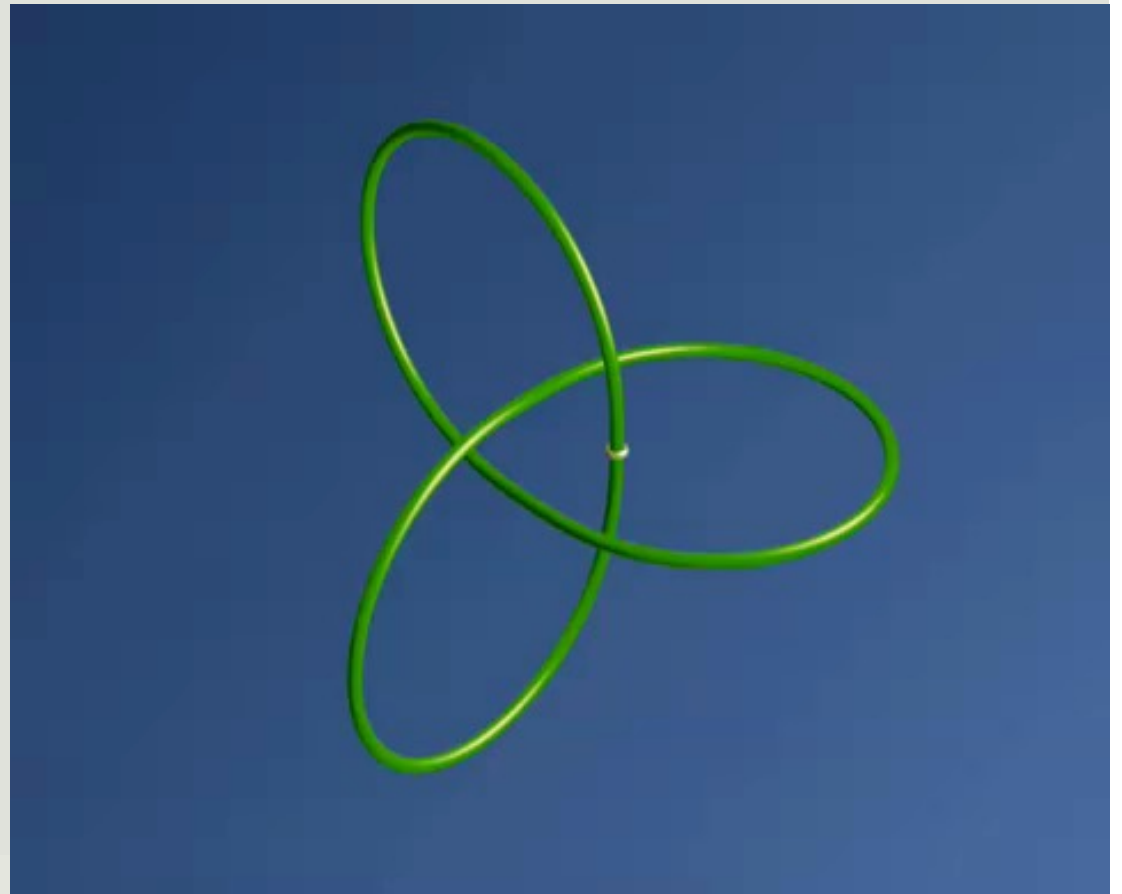


Modelos matemáticos do clima

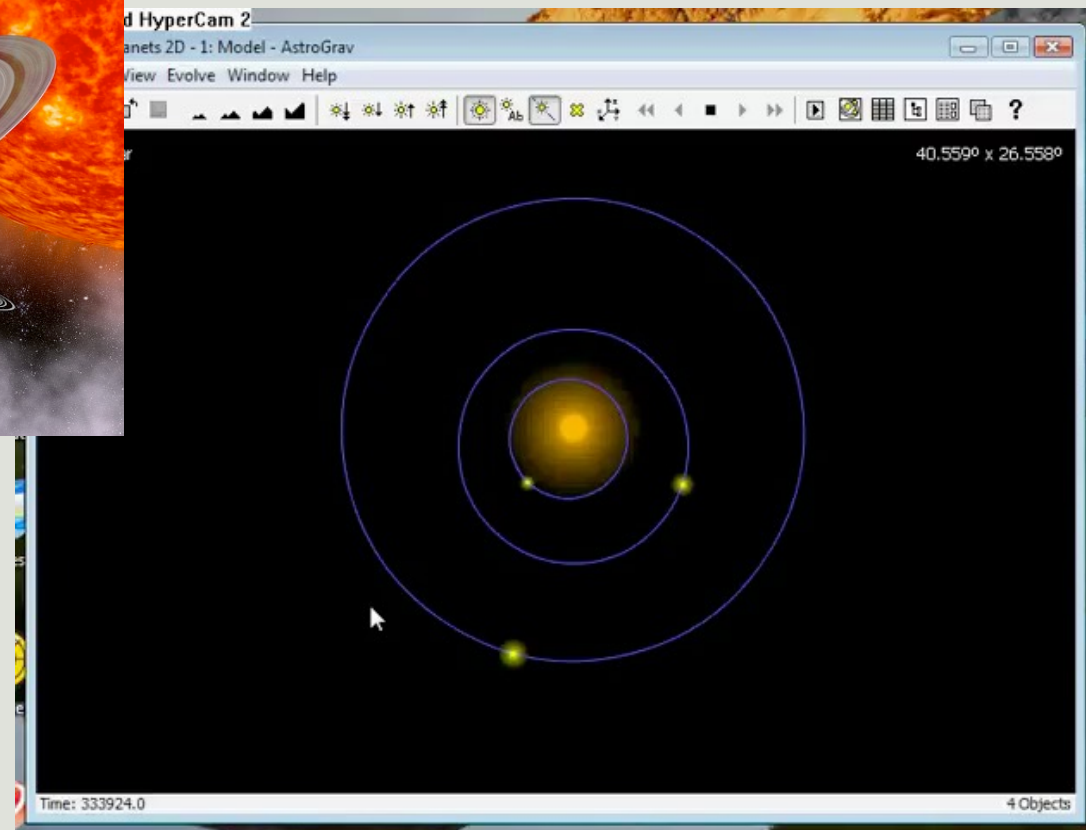
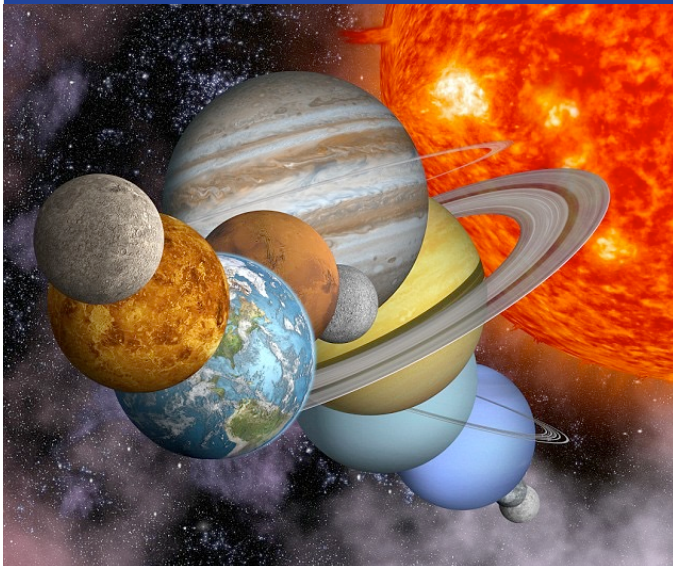
O efecto mariposa



Sistemas dinámicos



Estabilidade

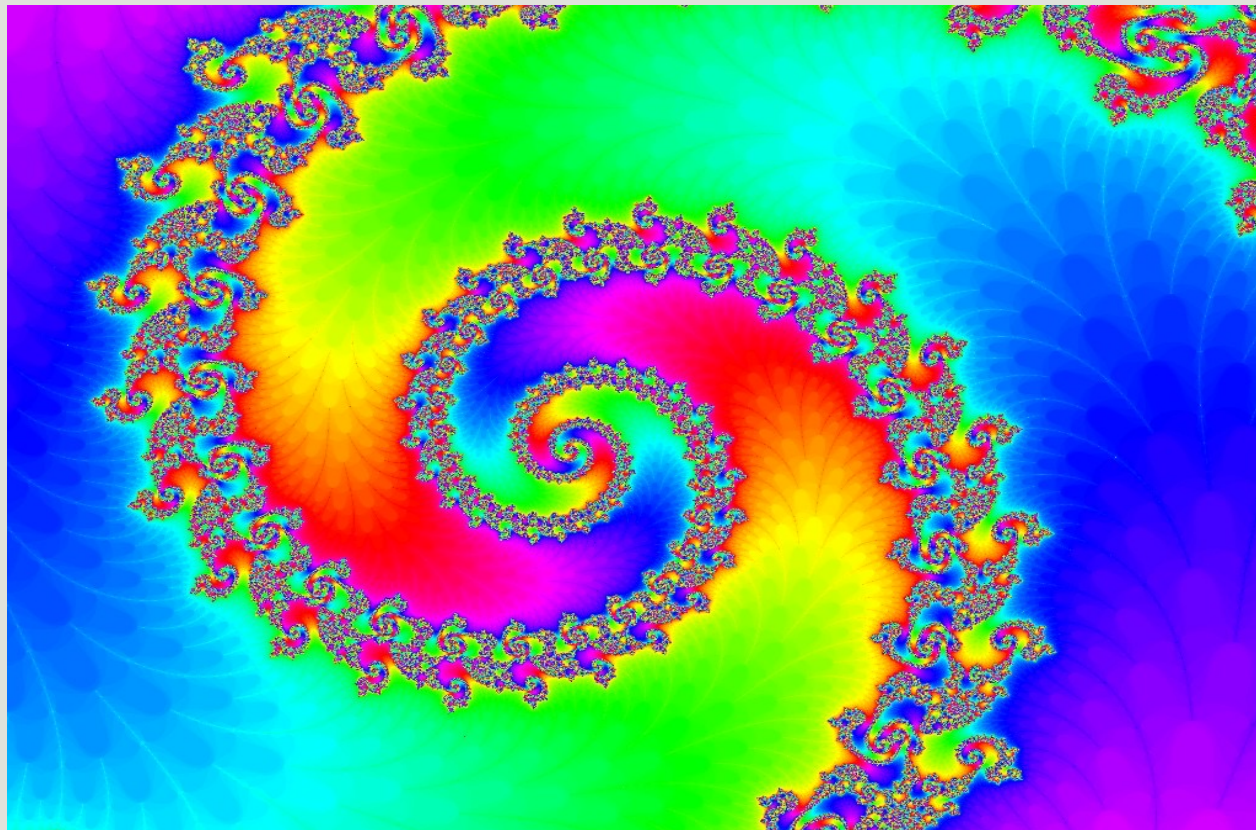


Teoría do Caos

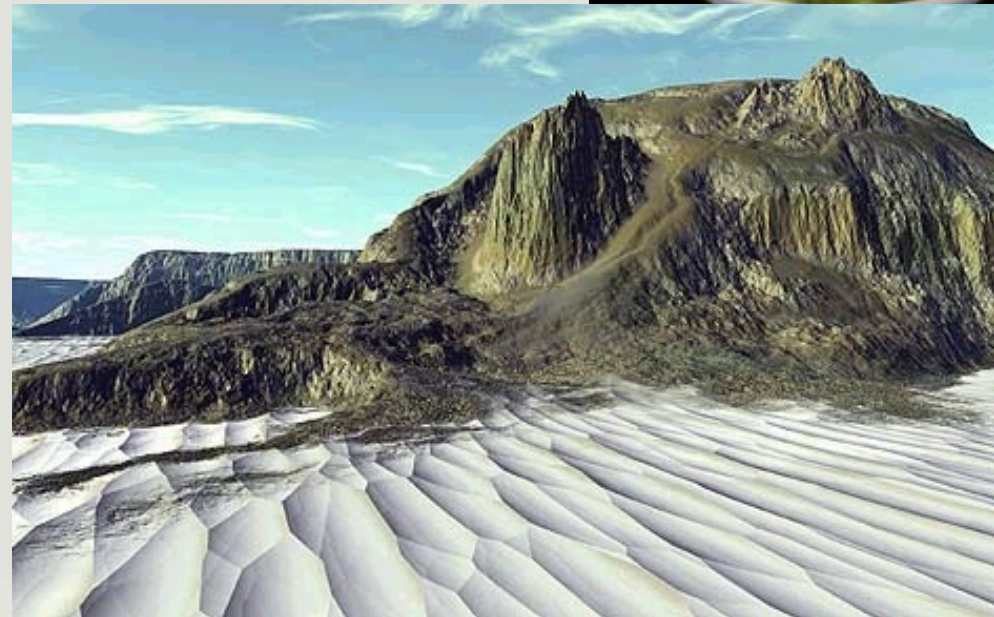
Fenómenos deterministas,
aleatorios o caóticos



Condições iniciais



Fractuais



Jonathan Coulton

29/10/2009

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

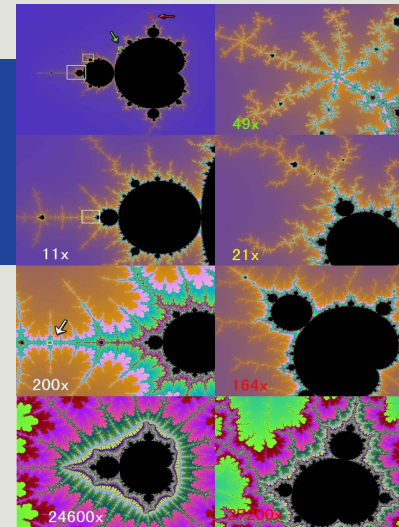
And a million miles away a butterfly flapped its wings

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

His disdain for pure mathematics and his unique
geometrical insights
Left him well equipped to face those demons
down
He saw that infinite complexity could be
described by simple rules
He used his giant brain to turn the game
around
And he looked below the storm and saw a
vision in his head
A bulbous pointy form
He picked his pencil up and he wrote his
secret down

Take a point called Z in the complex plane
Let Z_1 be Z squared plus C
And Z_2 is Z_1 squared plus C
And Z_3 is Z_2 squared plus C and so on
If the series of Z 's should always stay
Close to Z and never trend away
That point is in the Mandelbrot Set

Mandelbrot Set you're a Rorschach Test on fire
You're a day-glo pterodactyl
You're a heart-shaped box of springs and wire
You're one badass fucking fractal
And you're just in time to save the day
Sweeping all our fears away
You can change the world in a tiny way



Astrodinámica

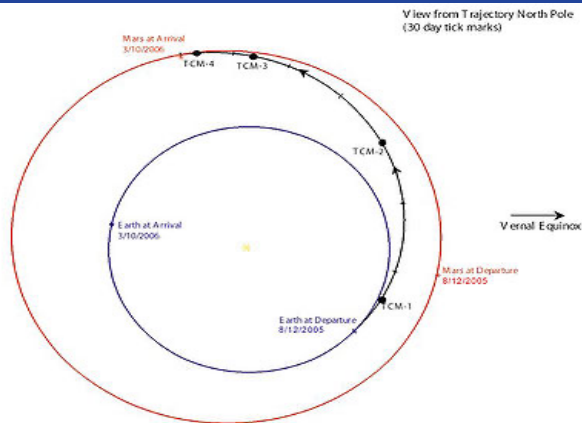
Aplicación da mecánica celeste ao movemento de naves espaciais

Deseño de traxectorias de obxectos artificiais no sistema solar



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

ESA Axencia Espacial Europea



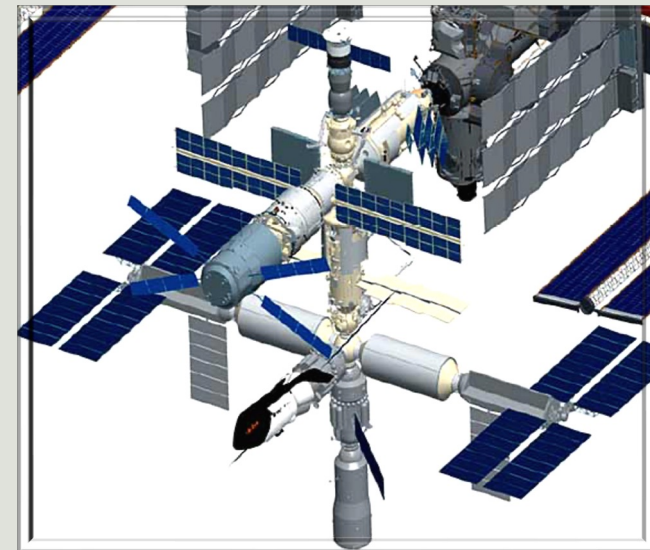
- Candidates submitting their applications on the basis of their academic credentials should have a university degree at the masters or preferably doctorate level in the fields of the natural sciences (physics, biology, chemistry, and earth sciences or related disciplines), medicine, engineering, information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



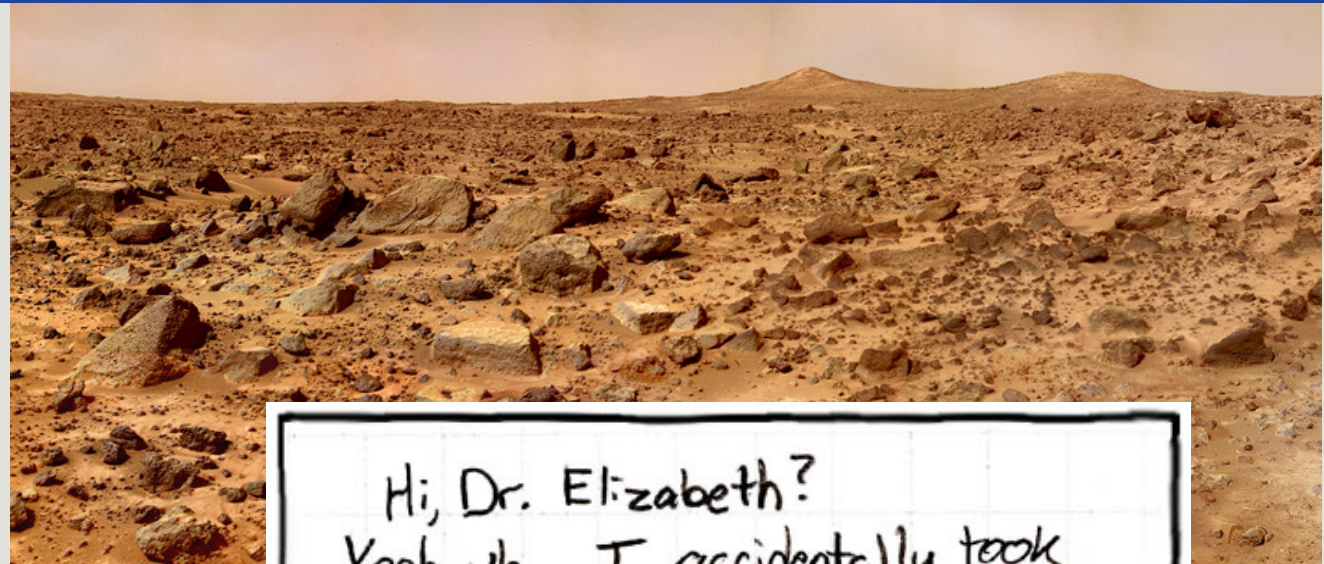
ISS



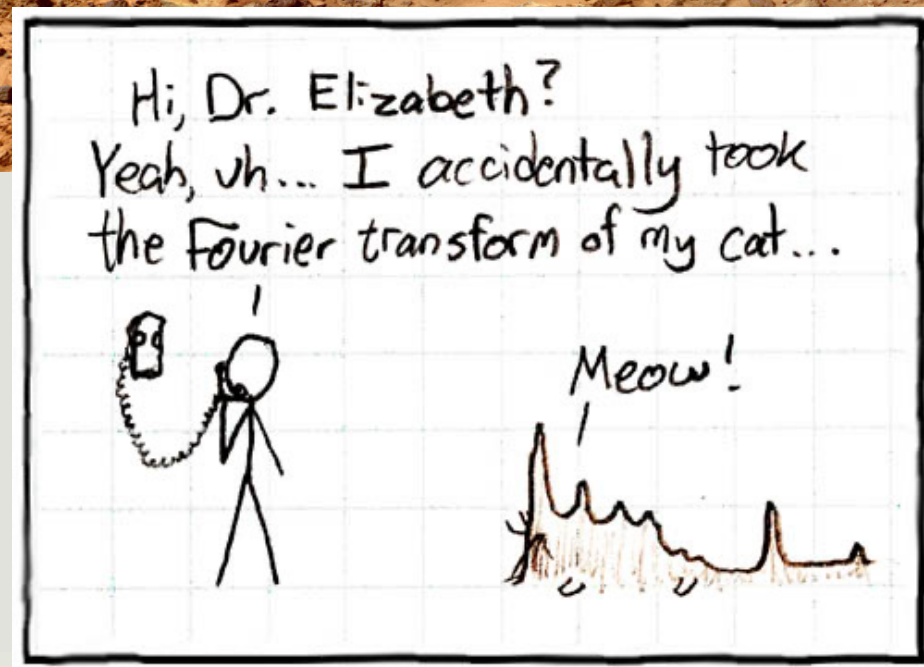
International Space Station



NASA: Exploración de Marte

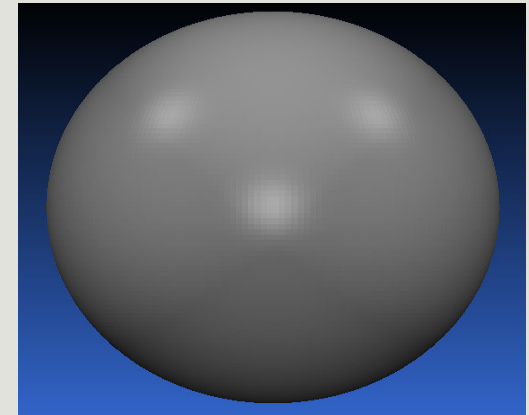
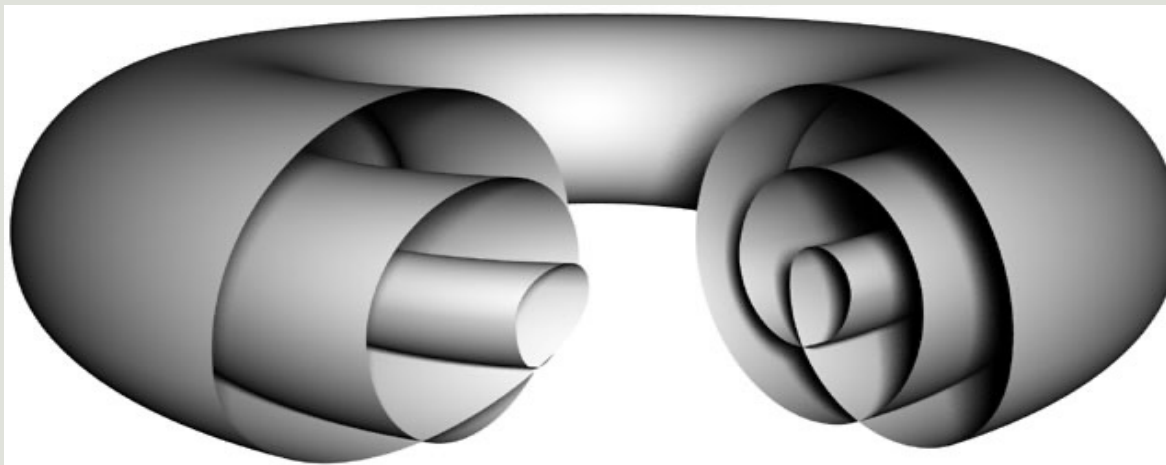


■ Teoría do sinal

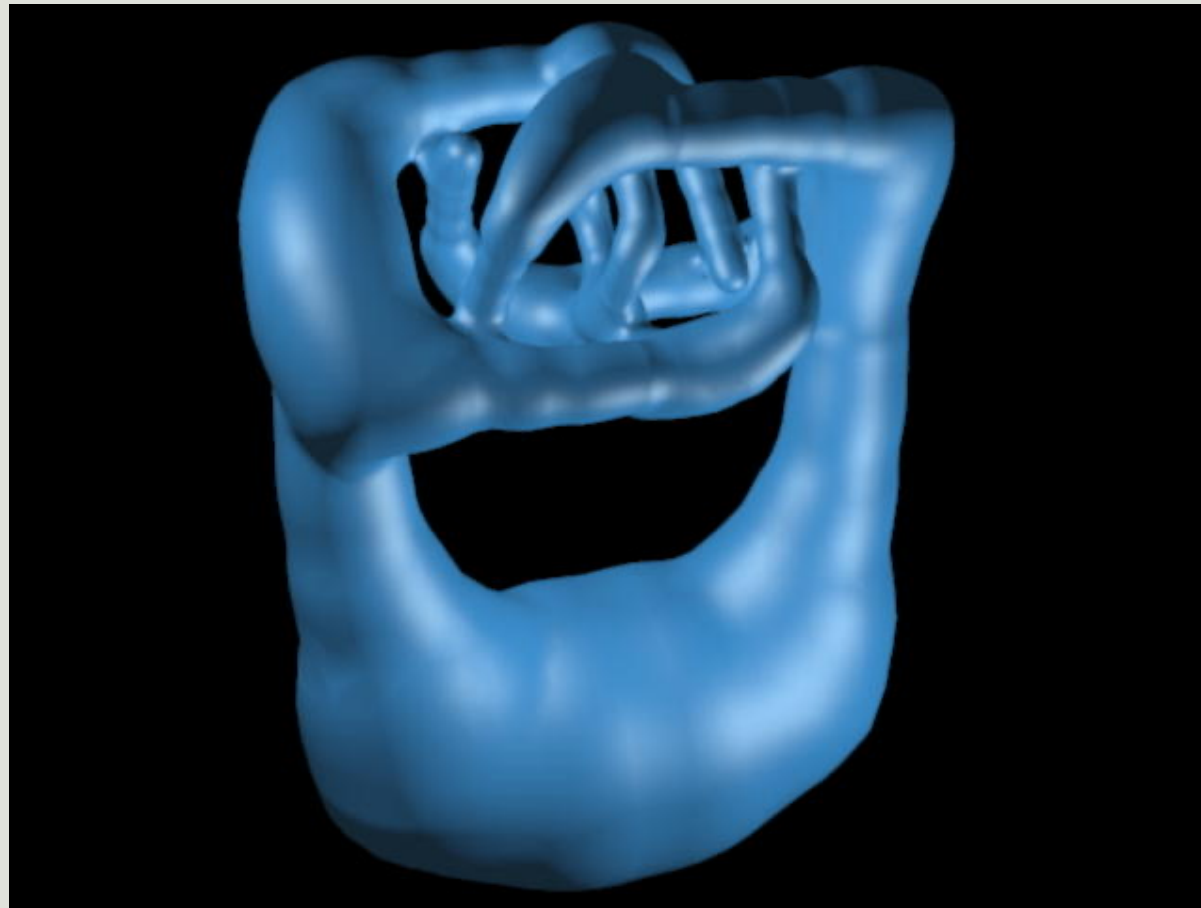


¿En qué Universo vivimos?

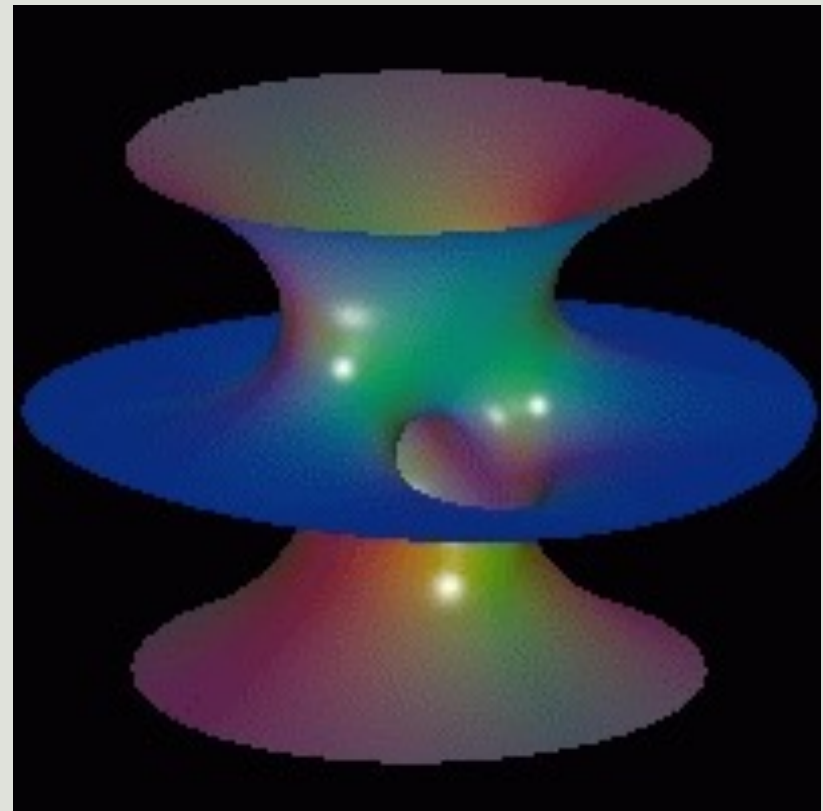
Conxectura de xeometrización de Thurston



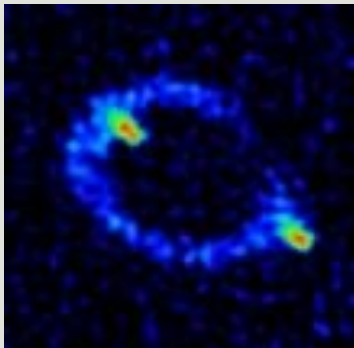
Unha esfera salvaxe



- Teoría da relatividade
- Teoría de cordas
- Mecánica cuántica

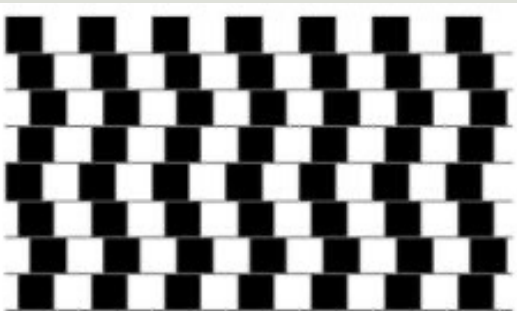
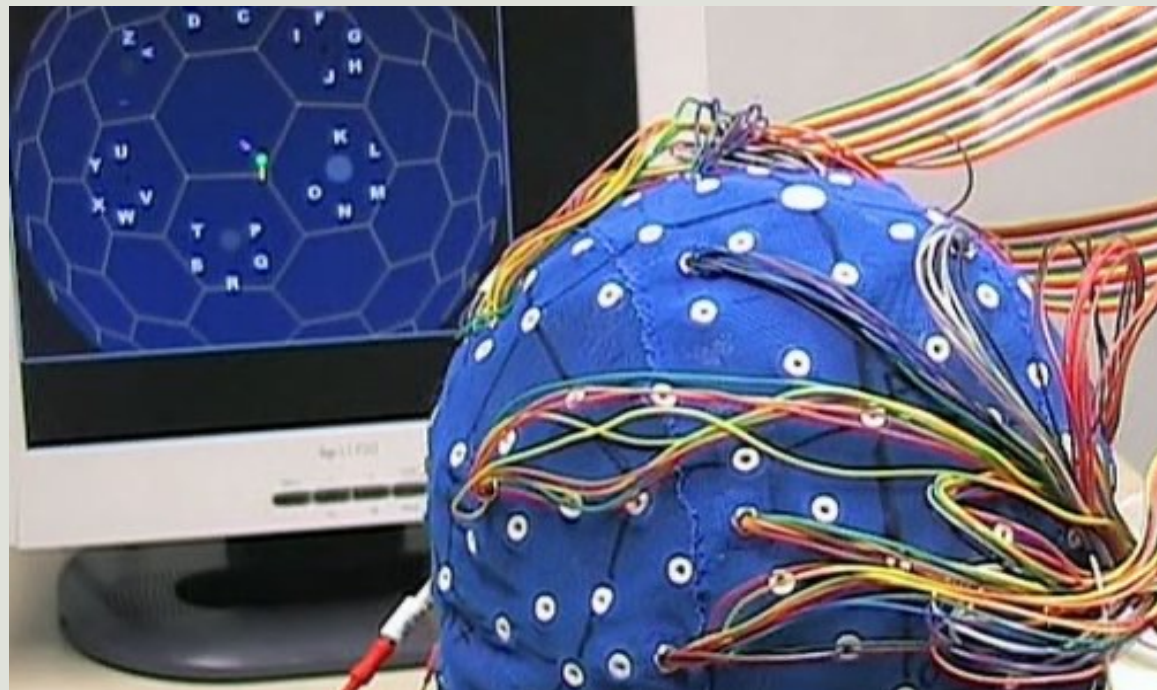


Efecto lente provocado
polo paso da luz cerca dun obxecto masivo



A forza da gravidade é a curvatura do
espazo - tempo

Neurociencia computacional



Modelo do cerebro...



Latrobe Street in Melbourne, Australia.

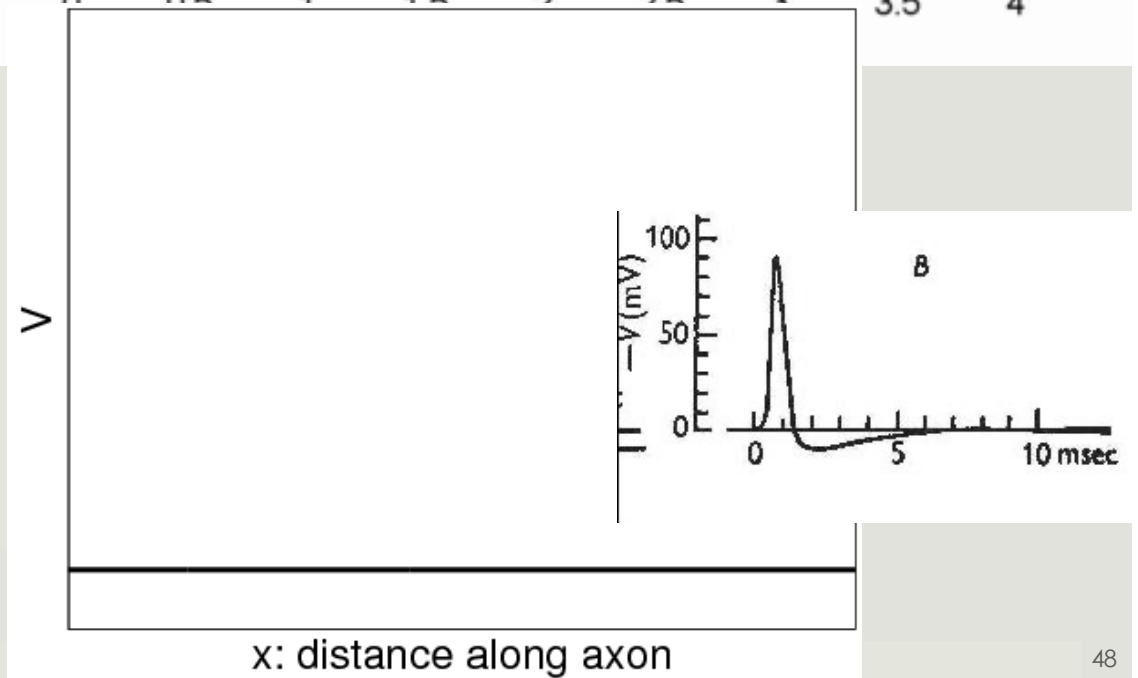
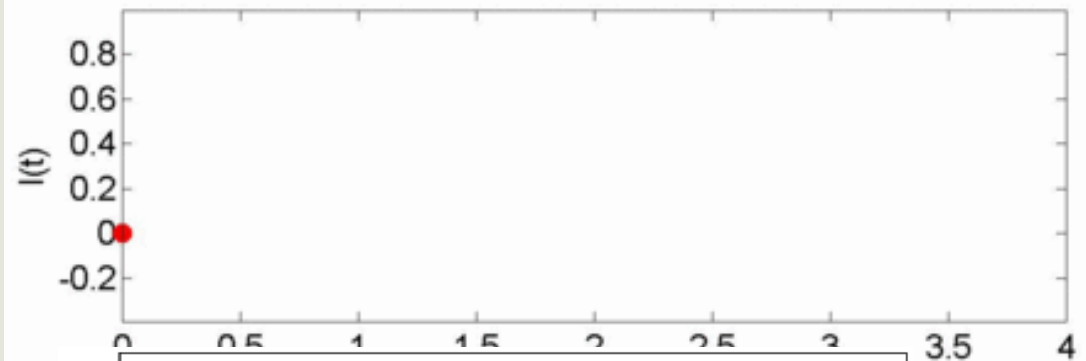
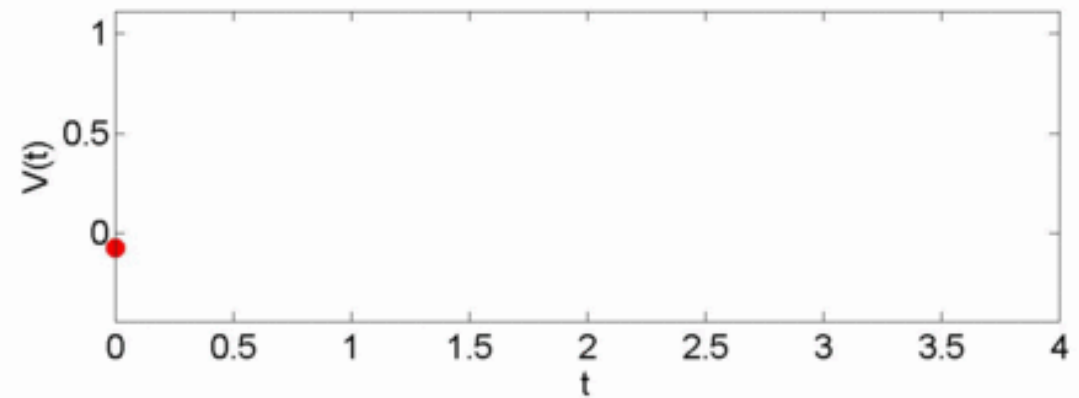
Modelo de neurona

Simulación da
actividade cerebral

Redes neuronais

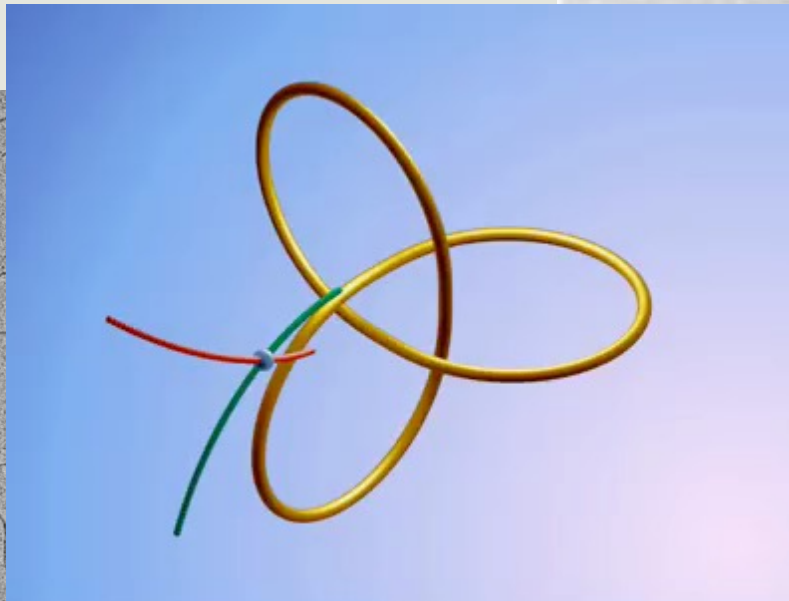
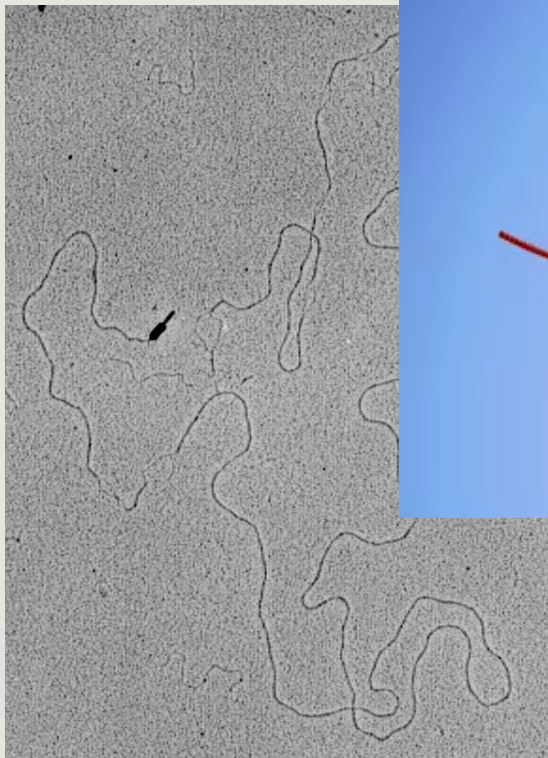
Visión por ordenador

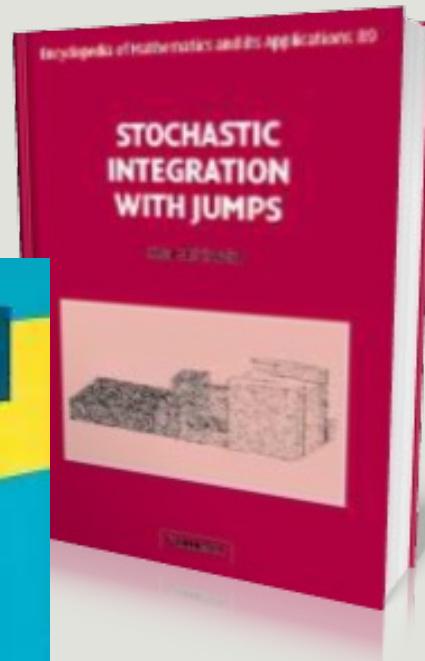
Intelixencia artificial



Biología Matemática

Xenoma





29/10/2009

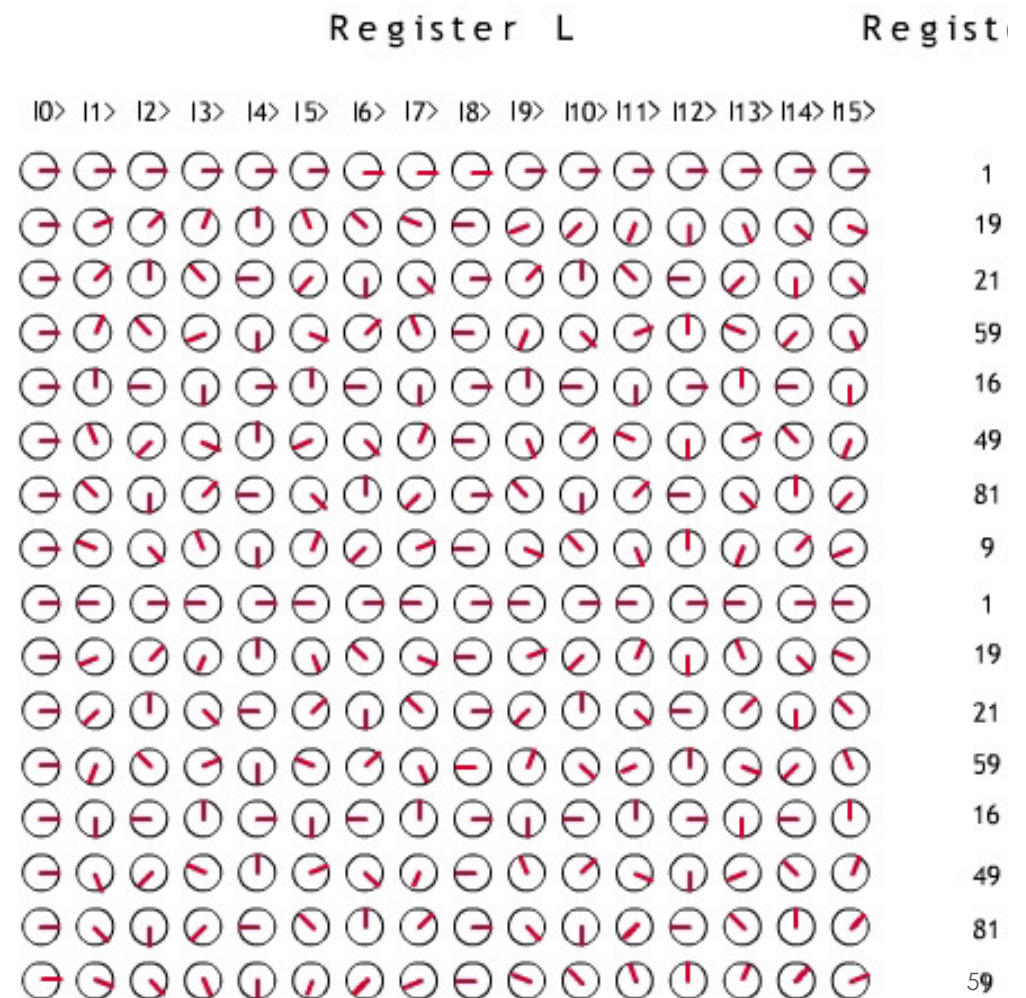


Matemáticas financeiras

Computación cuántica

D gate: INPUT			OUTPUT		
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$
$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$
$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 0\rangle$
$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$	$ 1\rangle$

(1/16)



Criptografía

Enigma

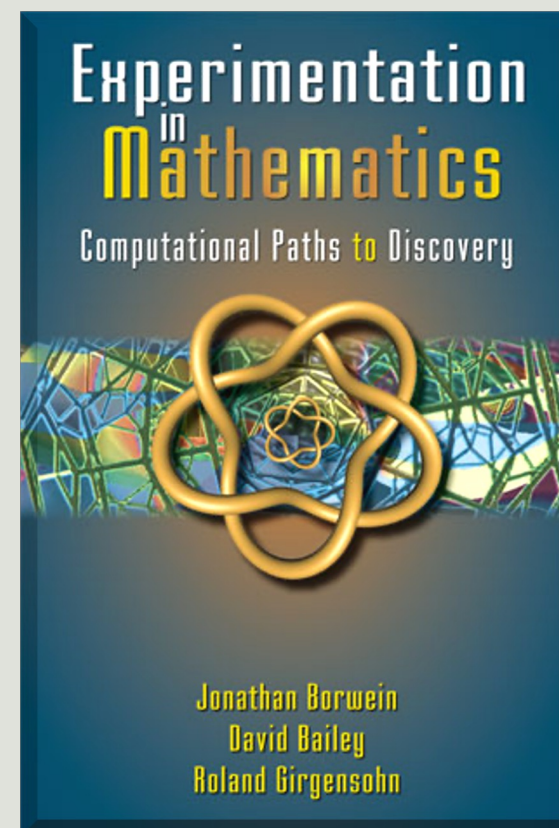
Internet, VeriSign, SSL

NSA

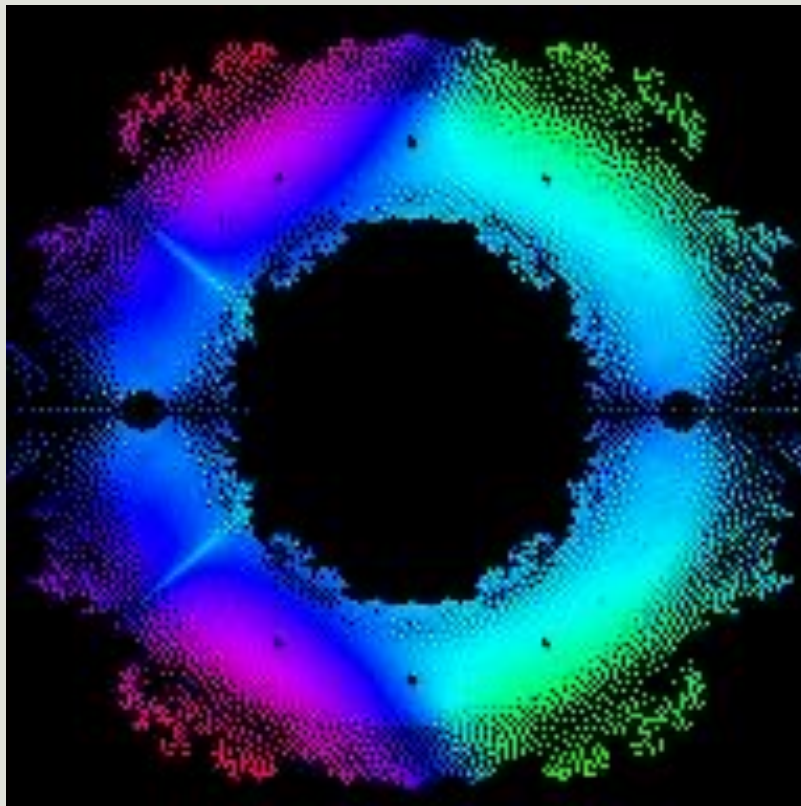




Matemáticas Experimentais

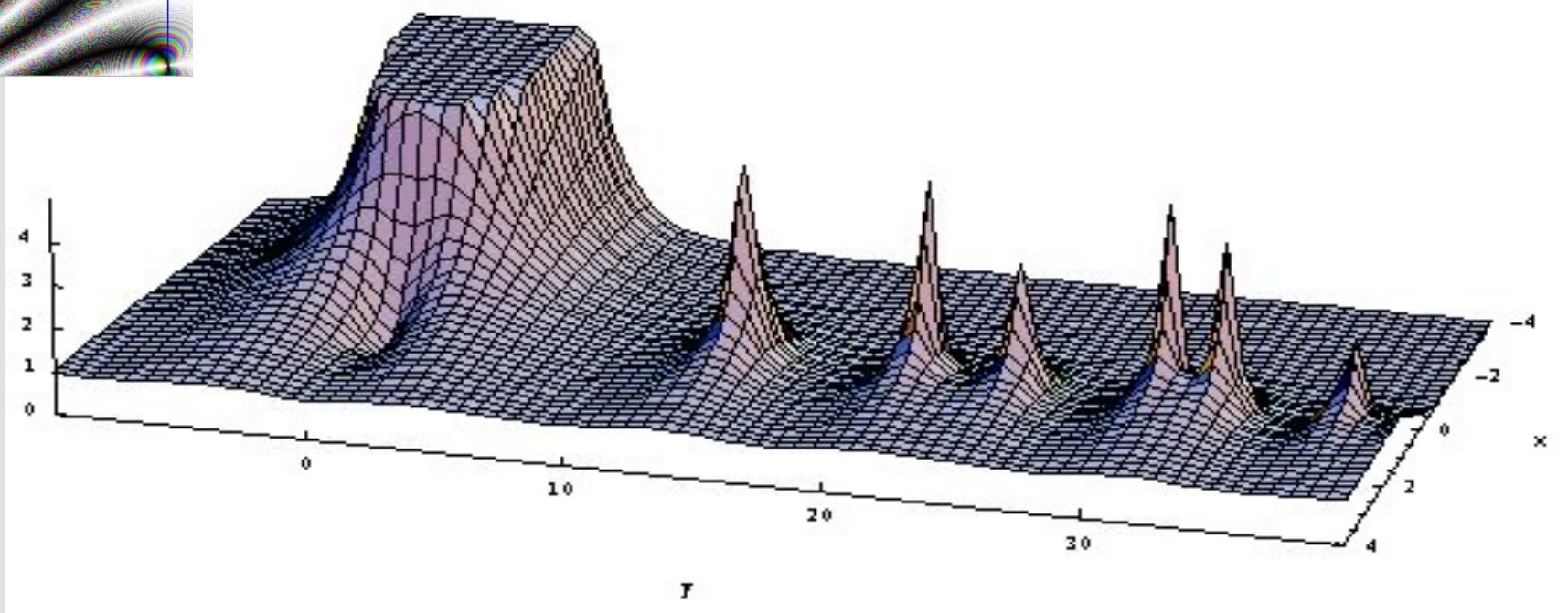
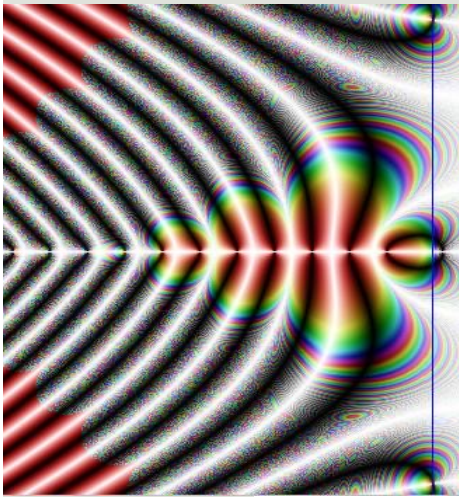


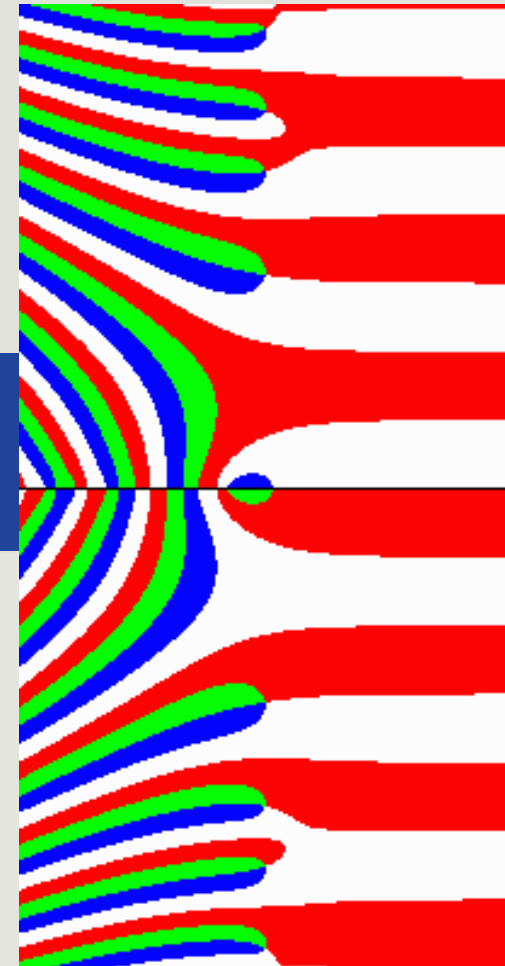
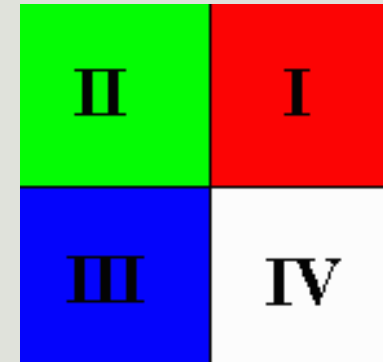
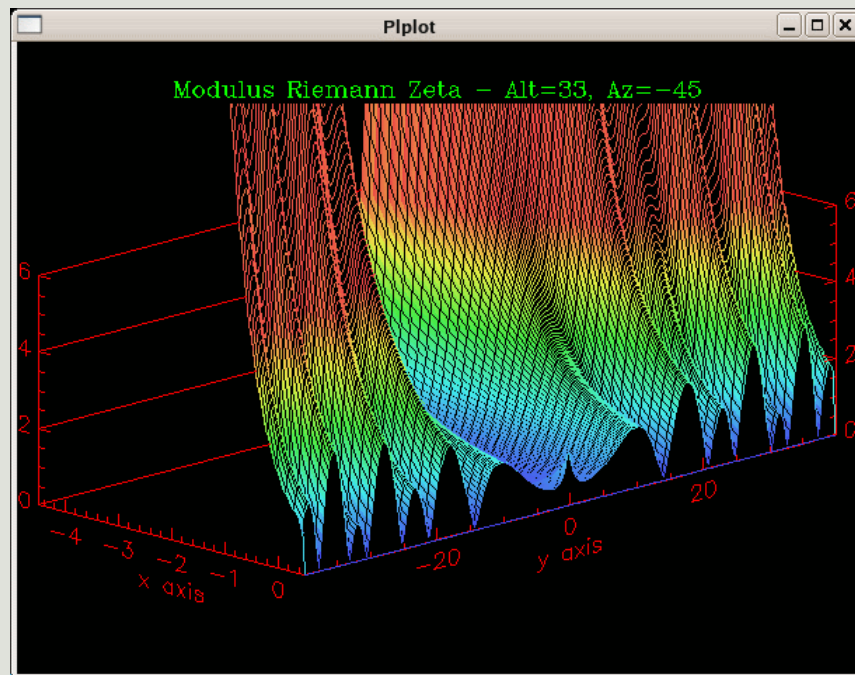
Polinomios



- As raíces de todos os polinomios complexos de grado menor que 18 con coeficientes 1 e -1

A hipótese de Riemann





A hipótese de Riemann

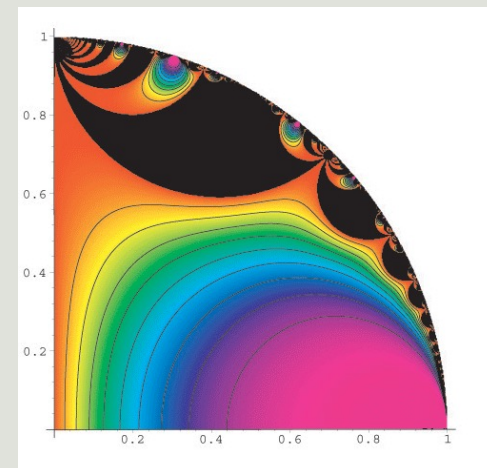
Educación Matemática

- Modificar os plans de estudos para atender as demandas dunha sociedade cada vez máis tecnificada
- Equilibrio entre o que necesita a sociedade, os estudantes e as propias matemáticas
- Ensinar matemáticas cada vez máis sofisticadas a grupos sociais máis amplos

Desafíos matemáticos do século XXI

- Teoría de números
- Complexidade algorítmica
- Procesamento da imaxe
- Teoría xeométrica para unificar todas as forzas fundamentais (mecánica cuántica, gravitación)
- Mecánica de fluídos
- Matemáticas financeiras
- Redes, seguridade, xenética, cerebro

...



Desafíos matemáticos do século XXI

- O século da información
- Investigación interdisciplinar
- Modelización, ferramentas de visualización, experimentación, computación
- Nova organización dos investigadores
- Incorporación das mulleres á investigación



¿Quen de nós non estaría encantado de levantar o veo tras o que se esconde o futuro? ¿De botar unha ollada aos próximos avances da nosa ciencia e aos segredos do seu desenvolvemento durante os séculos futuros?

David Hilbert



Moitas gracias

quique.macias@usc.es

<http://quiquemacias.tk>