



La importancia de las Matemáticas en la Ciencia y la Sociedad Contemporáneas

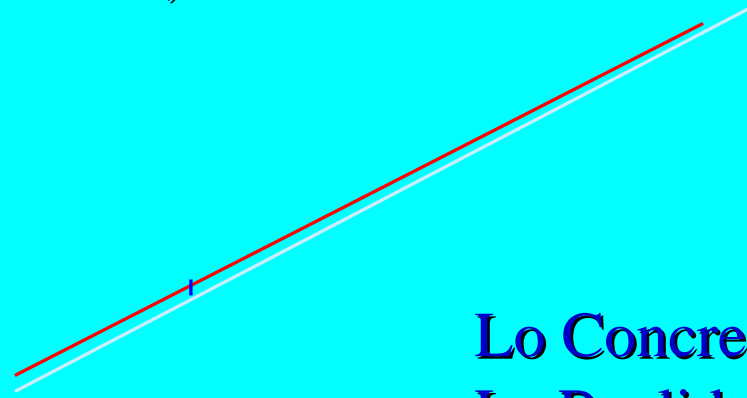
Juan Luis Vázquez

Univ. Autónoma de Madrid

Matemáticas

Números
Figuras
Ecuaciones
Relaciones
Funciones

Arte, Abstracción



Lo Concreto
La Realidad

Preguntas
Necesidades
Ciencia
Tecnología

Mundo Real

Las dificultades que encuentran las Matemáticas en la Sociedad

- Difíciles de crear, de aprender,
de enseñar -> recuerdos infantiles
- Barrera del lenguaje matemático
- Barrera de la abstracción
- Prejuicios: son inútiles, son estáticas,...
- La triste historia de nuestra cultura

La gloria que fue GRECIA

HELLAS

- Tales de Mileto
- Pitágoras de Samos
- Euclides “Los Elementos” 13
- Arquímedes de Siracusa, 200aC

Diofanto, Aristarco, ...

Opinan los filósofos: Platón
Epicteto y Epicuro; los cristianos

La importancia de las Matemáticas en el mundo moderno

LOS DOS PILARES DE LA CIENCIA

- Experimentos
- Matemáticas

Método Experimental: **Francis Bacon**, 1620

Dixit

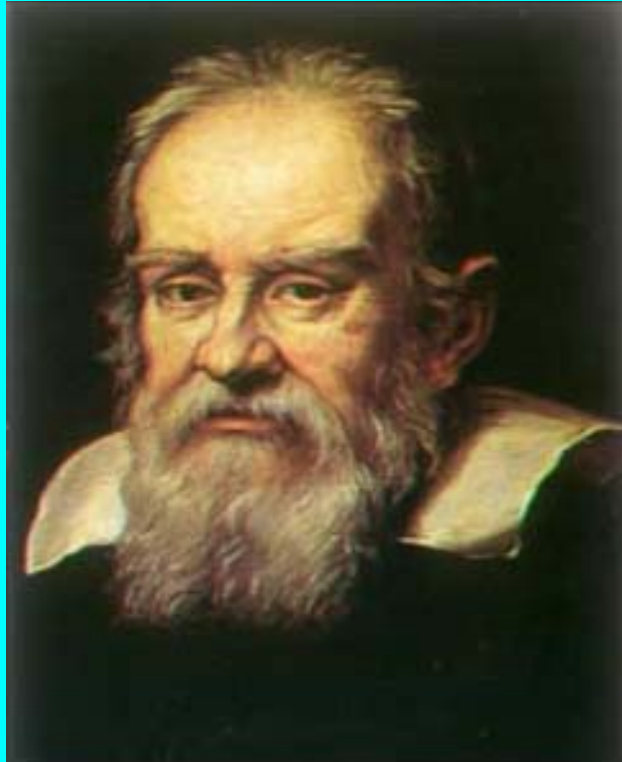
Met. Matemát.

G. Galileo (1623): *"il libro della Natura è scritto in lingua matemática"*

Fecit

I. Newton (1687) > *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis*

Héroes fundadores



Galileo Galilei, 1564-1642



Isaac Newton, 1642-1727

El legado de Don Isaac (Newton)

Todo un mundo de ideas abstractas/objetos ideales:

- punto, plano, espacio, tiempo absoluto
 (x, y, z, t)
- fuerza, masa, aceleración.
 $F = m a$
- atracción a distancia, gravitación
 $F = G m m' / r^2$ (el cuadrado es importante)
- curvas ideales: *circunferencia, elipse, parábola*
 $A x^2 + B y^2 = 1, y = a x^2 - b x$

Y un río de conceptos que hoy forman el currículum básico de los estudios científicos:

- *serie*
- *derivada*
- *integral*
- *ecuación diferencial*
- *límite, convergencia*
- *cálculo diferencial*
- *cálculo integral*
- *ley matemática de la física*

Una profunda impresión en sus contemporáneos y

sobre el siglo siguiente: Voltaire, Kant, ... que llega hasta nosotros

Dos siglos de rápido progreso

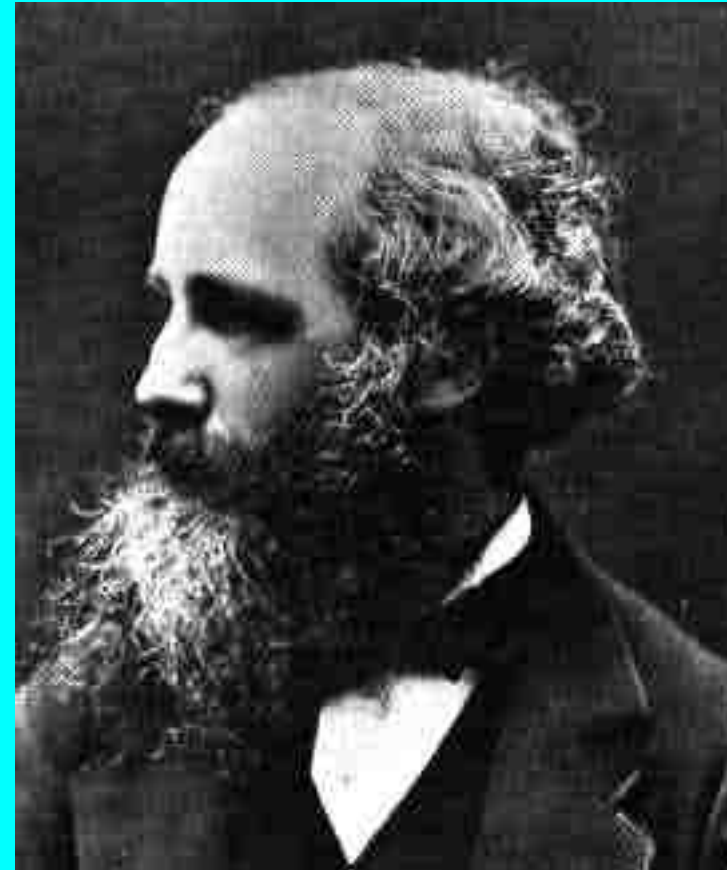
aprendiendo a jugar en dos tableros

Análisis Diferencial e Integral – *Euler, ...*
Geometría diferencial - *Gauss, Riemann*
Geom. Generales - no euclidianas, dim superiores
Teoría de funciones - *Fourier, Dirichlet, W, J,*
Grupos y álgebra abstracta- *Galois*
Conjuntos. Lógica - *Cantor, Boole, Russell*

Mecánica - *Bernoulli, Euler, Laplace*
Fluidos perfectos, reales (viscosos) - *Euler, NS*
Electromagnetismo y Ondas - *Maxwell*
Calor y Termodinámica – *Fourier, Carnot, Joule*
Teoría cinética, M. Estad. - *Boltzmann, Gibbs*



Joseph Fourier, 1768-1830



James C. Maxwell, 1831-1879

La crisis del fin de siglo XIX

Tras el éxito llegó la duda

- Crisis de la geometría para la Física: el movimiento browniano
- Crisis de los fundamentos lógicos: las paradojas de los conjuntos
- Crisis de los fluidos: las teorías reales no predicen el vuelo
- Crisis de la ingeniería: los métodos analíticos son escasamente prácticos en los cálculos -> El mundo aplicado utiliza matemáticas simples o "clásicas".
- Crisis de la mecánica celeste: caos dinámico (Poincaré)
- Crisis del esquema newtoniano: la velocidad de la luz
- Aplicación reducida: química, biología, geología, economía y ciencias de la salud y sociales ficam fora.



David Hilbert and Henri Poincaré, ~1900

La reacción del siglo XX

El siglo de Einstein, el gran siglo de la Ciencia

La teoría de la relatividad – *Einstein, Minkowski, Lorentz*

La mecánica cuántica - *Planck, Heisenb., Schrod., Dirac*

La teoría matemática del vuelo- *Wright, Zhukovski, Prandtl*

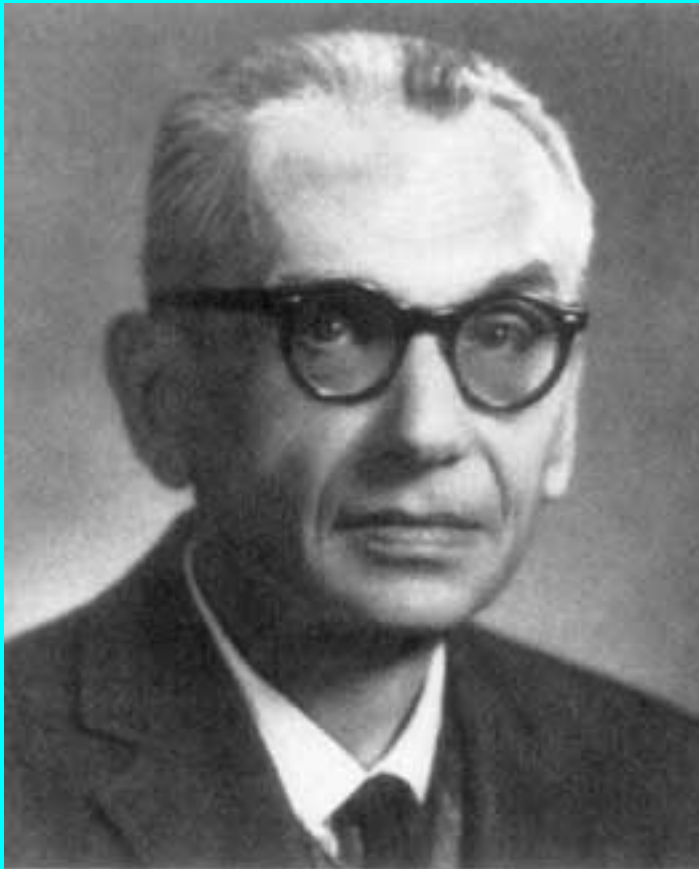
La teoría de las probabilidades y de los procesos estocásticos- *Kolmogorov, Wiener, Markov, Ito*

La teoría del caos determinista - *Lorenz, Smale, Arnold*

La teoría generalizada de funciones y las nuevas soluciones de las ecuaciones diferenciales - *Sobolev, Schwartz, Kruzhkov, Crandall-Lions, Caffarelli*

El mundo computacional

- Origen mecánico de las computadoras :
Pascal, Leibniz, Babbage
- Problema de Lógica Formal:
Formalización de la Aritmética de Hilbert
(la fe puesta en el mundo finito del algoritmo)
- Crisis: La prueba de Gödel
incompletitud, inconsistencia, incertidumbre
(el fin del absolutismo lógico)
- Un momento genial: Alan Turing, 1936
La Máquina de Turing
- La primera computadora moderna, ENIAC, 1946.
 - > ALL PURPOSE
 - > ELECTRONIC
 - > DIGITAL
 - > PROGRAMMABLE



**Kurt Gödel y Alan Turing,
los años 30**

LOS TRES PILARES DE LA CIENCIA TRAS LA REVOLUCION COMPUTACIONAL

- **Matemáticas:** conceptos elementales, axiomas, deducción lógica, números y funciones, otras ideas abstractas.
- **Experimentos**
- **Simulaciones**

UN ENIGMA DE MUCHAS CARAS

- ¿Es el mundo continuo o discreto?
- ¿Son las leyes del mundo deterministas o probabilistas?
- ¿Qué es la realidad y qué papel juega un modelo?

El largo alcance de la matemática aplicada

Matemáticas de la Finanzas: modelos del mercado de valores

Matemáticas de la Física Teórica: partículas el., supercuerdas

Matemáticas de las Comunicaciones: Tratamiento de señales; códigos; grafos, y otras matemáticas discretas; GPS

Matemáticas de los Fluidos: Predicción del tiempo, climatología, control de los recursos (de agua, de petróleo), problemas del medio ambiente.

Matemática Celeste, Aersp. Astrofísica: la aventura del cosmos, los agujeros negros según S. Hawking

Matemáticas de la Química Computacional: cálculo molecular y espectroscópico directo

Matemáticas de los Sistemas Automáticos: redes neuronales, autómatas

Matemáticas de los Materiales: materiales compuestos, trans. fase

Ingenierías- Minería de recursos y de datos

Informática - Biología- Medicina

La lista de Mr. CLAY

The Millennium Problems: 7 problems to set a community in (com)motion

- Birch and Swinnerton-Dyer Conjecture
- Hodge Conjecture
- Navier-Stokes Equations
- P vs NP
- Poincaré Conjecture
- Riemann Hypothesis
- Yang-Mills Theory

Announced: May 24, 2000 at the Collège de France, Paris

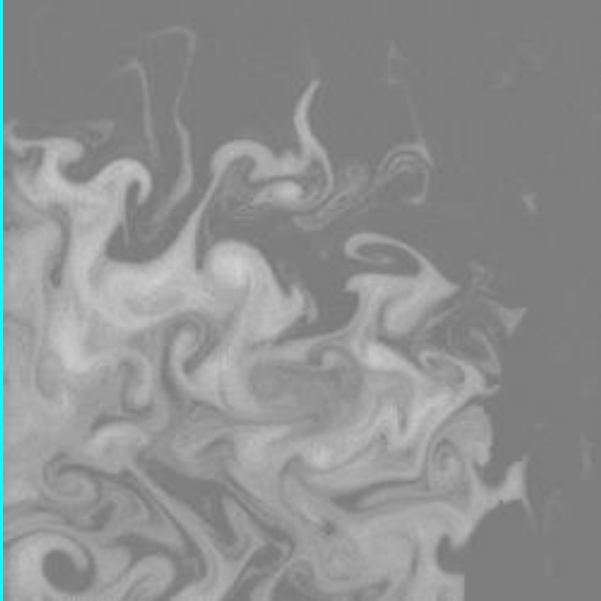
Prize: \$10⁶ each

1 Solved: Number 5, by David Perelman, Russia.

<http://www.claymath.org/>

Millennium Problems

Navier-Stokes Equations



A turbulent flow

This is the equation which governs the flow of fluids such as water and air. However, there is no proof for the most basic questions one can ask:

- do solutions exist, and are they unique? --
- Why ask for a proof? *Because a proof gives not only certitude, but also understanding.*

$$U_t + U \cdot \nabla U + \nabla p = \nu \Delta U, \quad \operatorname{div} U = 0$$

RESUMEN

La matemática es **un** vasto edificio con muchas ventanas y dos caras: la pura y la aplicada.

En el siglo XXI **podemos calcular**, el cálculo es *rápido, eficiente y barato*. Una computadora normal de investigador tiene más de 10^{11} bytes de memoria y es capaz de usarlos efectivamente. (Feb 2004: se anuncia en España el ordenador de 100 TeraBytes).

El sueño de Pitágoras: Παντα αριθμος = **todo es número**, y el proyecto de Galileo-Newton están siendo realizados y ¡de qué manera!

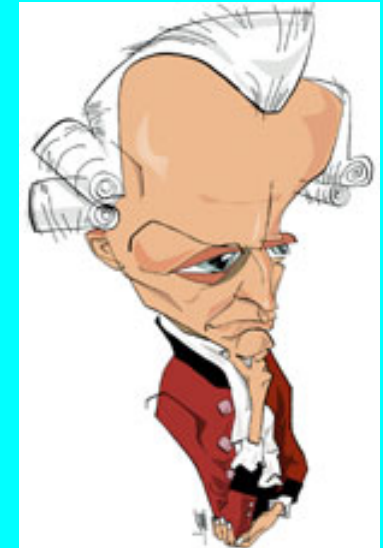
La Ciencia ve el mundo a través de las matemáticas, que son al mismo tiempo la ciencia de lo *exacto* y de lo *probable*.



J. L. LIONS

EL LEGADO DE LOS ILUSTRADOS EN EL BICENTENARIO DE KANT

- I. Kant (1724-1804) analiza el poder de la razón: *Crítica de la Razón Pura / C. de la Razón Práctica*
 - II. La (debatida) herencia de la Ilustración: la razón ilustrada nos hará más sabios, más libres, más felices, más ricos y más solidarios.
- Desde el siglo XVIII las **autoridades ilustradas** no dejaron de apoyar el desarrollo de los (dos) saberes combinados. Hoy ese apoyo adopta la forma de Programas Nacionales y Europeos de Mat / Mat Apl. / Comput., Institutos Especiales, Becas, Grants, etc.



I. KANT,
por G. Bejer

El espíritu del matemático

- No hay vida digna del hombre libre que no sea un arte
- Lema de la Acad. Ciencias de Portugal:
Nisi utile est quod facimus, stulta est gloria
- La combinación teoría-práctica forma un todo indispensable para el progreso del mundo moderno, aquel en el que estamos.
- Palabras, hechos y números. Lao Tse: *“El camino que se expresa con palabras no es el verdadero camino”*.
- Maxwell: *“La verdadera lógica del mundo es el cálculo de probabilidades”*.
- Newton sobre sus predecesores en carta a R. Hooke, 1675: *“If I have seen farther than others, it is by standing on the shoulders of giants”*
- La aventura del espíritu. *Ver más allá*

Ulises y Cavafis: **Itaca / ΙΘΑΚΗ**

*Σα βγεις στον πικαιμο για την Ιθακη
να ευχεσαι ναναι μακρυς ο δρομος,
γεματος περιπετειες, γεματος γνωσις..*

..., ...

Si emprendes el viaje hacia Ítaca,
desea que el camino sea largo,
lleno de peripecias y conocimientos

..., ...

Que llegues a la isla ya de viejo,
rico con cuanto ganaste en el camino,
No le pidas nada más.
Pues Ítaca te dio el bello viaje.

El Papel de las Ciencias en la Sociedad del Conocimiento y de la Información

- *Comprender. PENSAR, el poder de abstracción*
- *Descubrir: INVESTIGACION*
- *Producir y controlar: DESARROLLO*
- *Cambiar la vida: INNOVACION*
- *Comunicar, transmitir. EDUCAR*

LAS MATEMATICAS EN ESPAÑA

1.506.248 alumnos universitarios
114.331 alumnos de ciencias experimentales
14.000 alumnos de matemáticas
3.094 profesores LRU

Ranking mundial ISI

Tanto por ciento de prod. mundial en 1980: < 0.4 %
Tanto por ciento de prod. mundial en
el periodo 1998-2003: 4.53 %
Comparativamente: USA ~ 40%, Italia ~5.5,

*ESPAÑA organiza el Congreso Mundial de Matemáticos
en el año 2006. Sede principal: Madrid.
SM El Rey entregará las Medallas Fields, "Premios Nobel"
de las Matemáticas*

UN RETO PARA NUESTRO FUTURO

¿ Puede la Ciencia española producir un Premio Nobel en los próximos 10 años?

LAS CINCO CONDICIONES

- Recursos
- Personal
- Talento
- Concentración
- Liderazgo



<http://www.uam.es/juanluis.vazquez>

