

Diálogos de cocina, Mugaritz, Marzo 2009

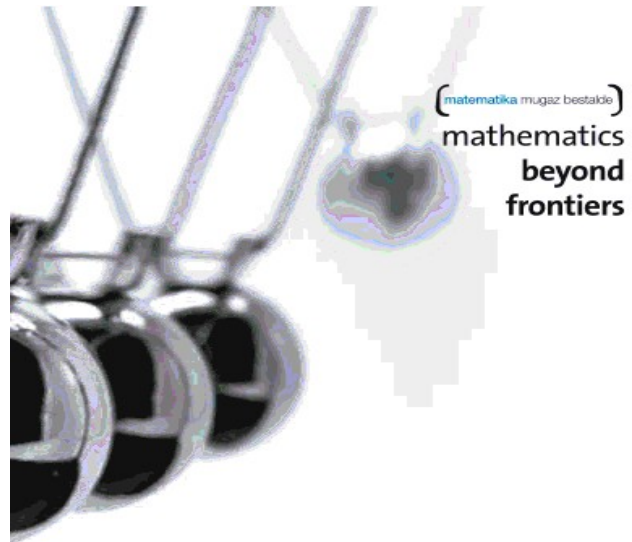


# El sentido de las Matemáticas y las Matemáticas de los sentidos

Enrique Zuazua  
Basque Center for Applied Mathematics (BCAM)  
Bilbao

<http://www.bcamath.org/zuazua/>

# 1.- MATEMATIKA MUGAZ BESTALDE



Ruper Ordorika: 37 Galdera Mugaz Bestalde Dudan Kontaktu Bakar-  
rari

(Bernardo Atxaga)

Esaidan, zorientsuak al zarete mugaz bestaldeko biztanleak?

.....

Mugaz bestaldean, hostoek ematen al diete babesak fruituei? Ba al  
dago marrubirik? Arrain abisalek ba al dute aurrenentipenik eguzkiaz?

.....

Asko al dira, asko al zarete mugaz bestaldeko erresuma hartan? Egunero  
kaletik ikusten dudak jende hau, han bizi al da?

## 37 Preguntas a mi único contacto al otro lado de la frontera

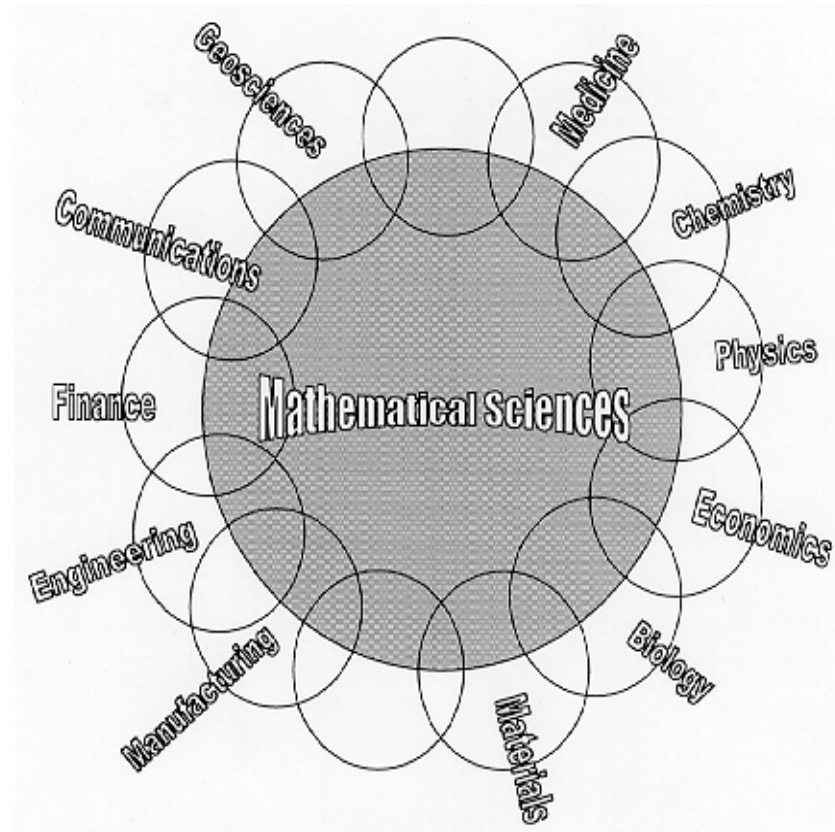
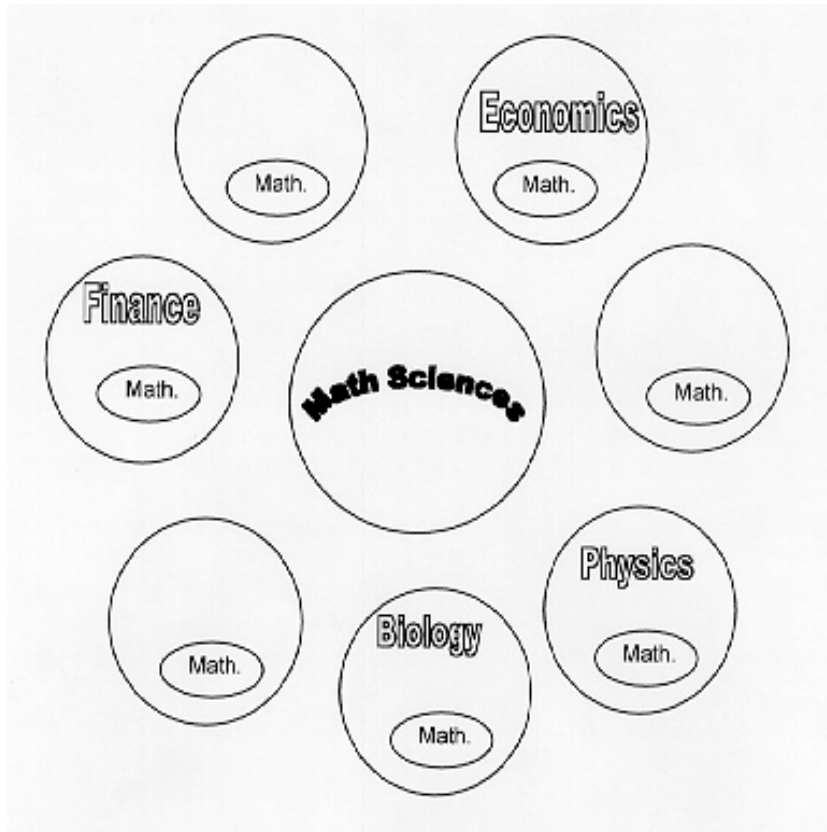
Dime, ¿es feliz la gente allá al otro lado de la frontera?

.....

Al otro lado de la frontera ¿Protege la hoja al fruto? ¿Hay fresas?  
¿Tienen los peces abisales presentimientos acerca del sol?

.....

¿Son muchos, sois muchos los habitantes del otro lado de la frontera?  
Esta gente que veo todos los día por la calle, ¿vive allá?



Report of the assessment panel of the U.S. Mathematical Sciences, NSF, March 1998. [W.E. Odom Lieutenant General, USA, Retired.](#)

## 2.- EL SENTIDO DE LAS MATEMÁTICAS

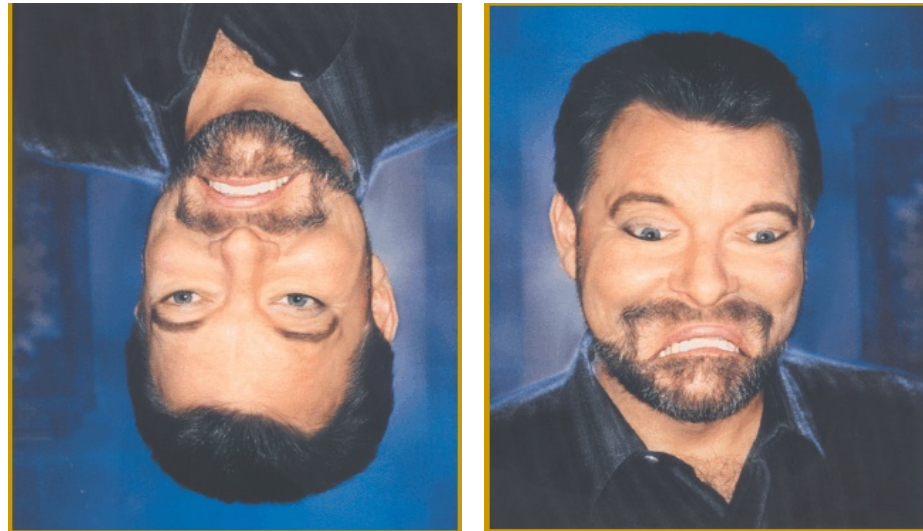
# Matemática = lo que se puede aprender

La palabra “matemática” (Griego: *μαθηματικά*) viene del griego antiguo *μαθημα* (*máthēma*), que quiere decir “aprendizaje”, “lo que puede ser aprendido”, “estudio”, “ciencia”.

¿Matemática = característica de lo humano?

# El complejo mundo de los sentidos

Sentidos = Nuestra mejor arma, pero también nuestra limitación...



Tres dimensiones espaciales + tiempo

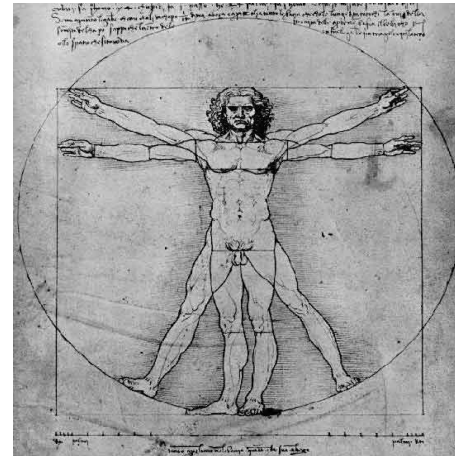
Verticalidad versus simetría



# Numerología

5

Fuerza, decisión, libre albedrío,...



# Los porqués

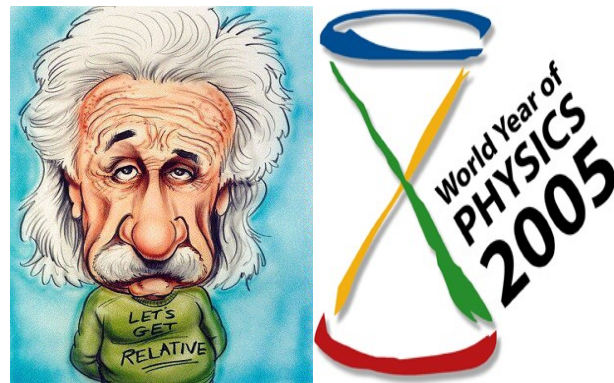
El universo está escrito en lenguaje matemático.



**Galileo Galilei** (1564-1642).

Estableció los fundamentos de la moderna ciencia. Uno de los fundadores de las ciencias experimentales, astronomía,...

¿Cómo es posible que la matemática, un producto del pensamiento humano independiente de la experiencia, se adapte tan admirablemente a los objetos de la realidad?



Albert Einstein (1879-1955)

# El poder de la mente



La serie FUTURAMA y la teoría de números

Entre guiños al público de culto y las Matemáticas está la constante referencia al número **1729**, el “**Taxicab number**” ...

Una de las veces que **Hardy** (Godfrey Harold Hardy (1877-1947)) fue a visitar a **Ramanujan** (Srinivasa Aaiyangar Ramanujan (1887-1920)) al hospital cuando éste estaba muriéndose. Por hablar de algo le comentó que había venido en un taxi con un número muy aburrido.

¿Y qué número es ese?, le preguntó Ramanujan.

El 1729 le contestó Hardy.

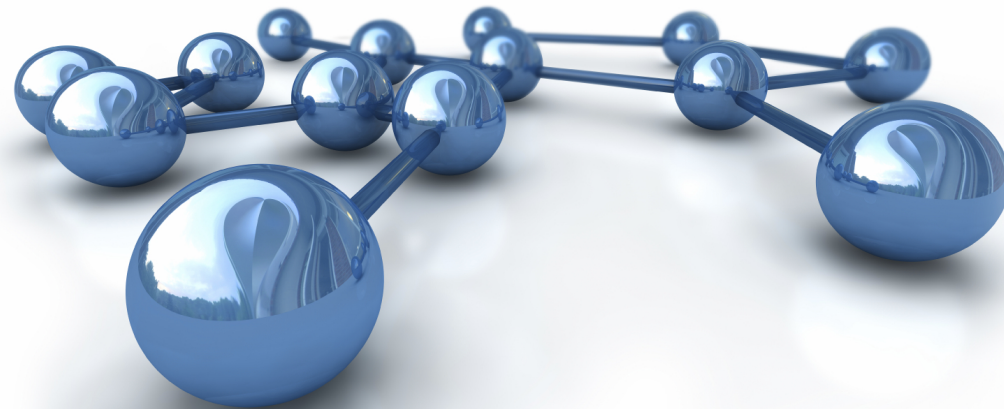
!Pero cómo puedes decir que ese número es aburrido si es el menor entero que se puede escribir de dos maneras diferentes como suma de dos cubos!, exclamó Ramanujan.

$$1729 = 1^3 + 12^3 = 9^3 + 10^3$$

*El genio es un uno por ciento de inspiración, y un noventa y nueve por ciento de transpiración.*

Thomas Alva Edison (1847–1931)

¿Números = Átomos?



# 3.- MATEMÁTICAS DE LOS SENTIDOS

Explorando nuevos horizontes.

Our imagination is stretched to the utmost, not, as in fiction, to imagine things which are not really there, but just to comprehend those things which are there.



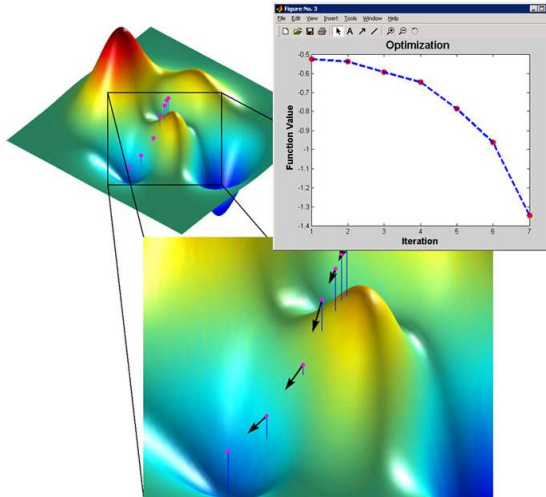
Richard Phillips Feynman (1918 – 1988);

Premio Nobel de Física 1965

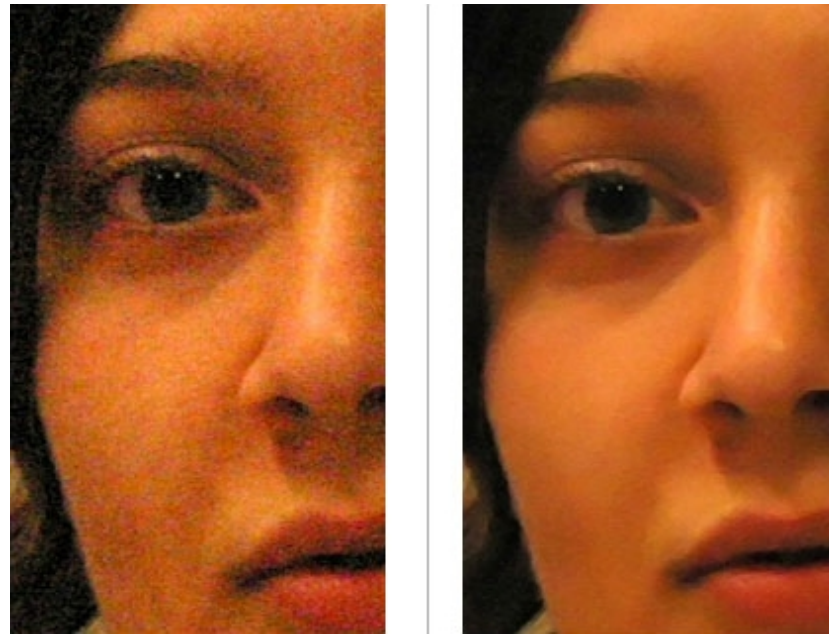


# MÁXIMOS Y MÍNIMOS

Leonard Euler (1707-1783): Nada escapa a la regla de los máximos y los mínimos.



## Reducción activa del ruido



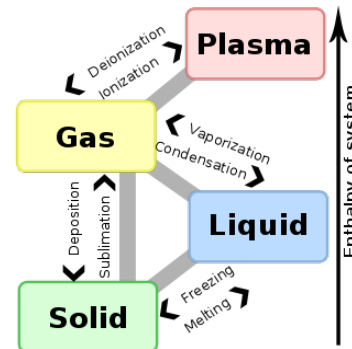
**Ruido**= Perturbación indeseada, en cualquier ámbito de la actividad humana.

# MATEMÁTICAS DE LA MIXTURA:

Cuando  $1 + 1$  es mucho más que 2...



**Transiciones de fase:** El medio o material en consideración sufre un cambio brusco en sus propiedades, cambia de fase, de estado, de regimen de comportamiento.



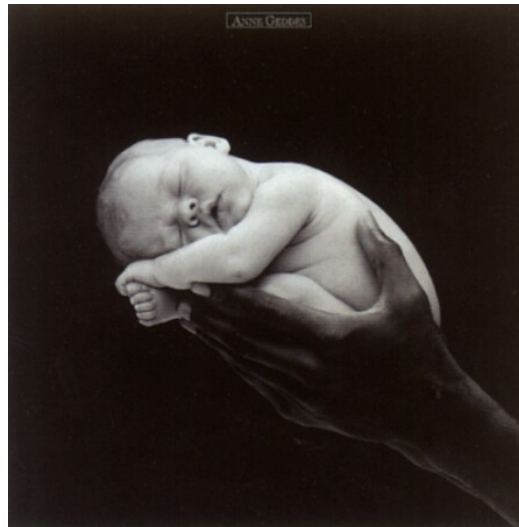
Las aportaciones más creativas se gestan del mismo modo, al borde de la inestabilidad, que es cuando la maestría es más indispensable para caminar con paso firme sobre aristas infinitesimales.



Aiguille du Midi, Chamonix

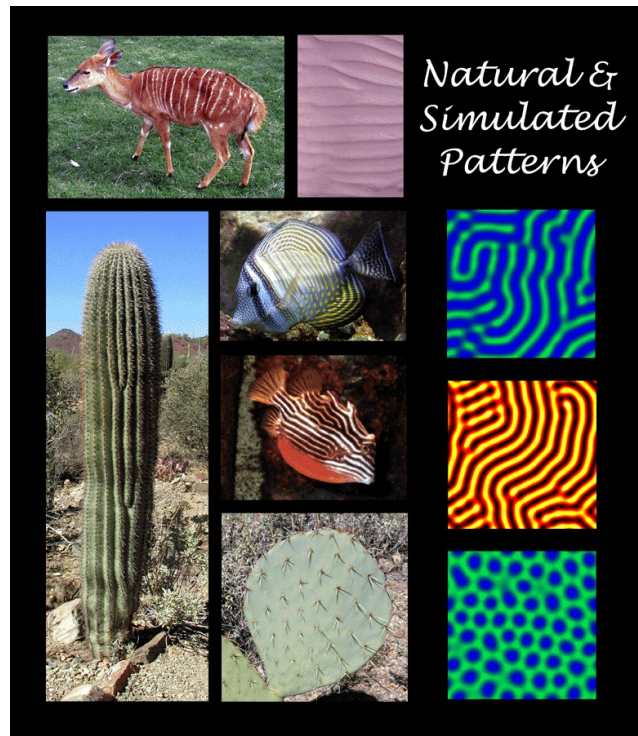


Estas transiciones se producen con frecuencia en el complejo **uni-verso del mestizaje**, de las escalas múltiples, de la complejidad, ... en cascada.



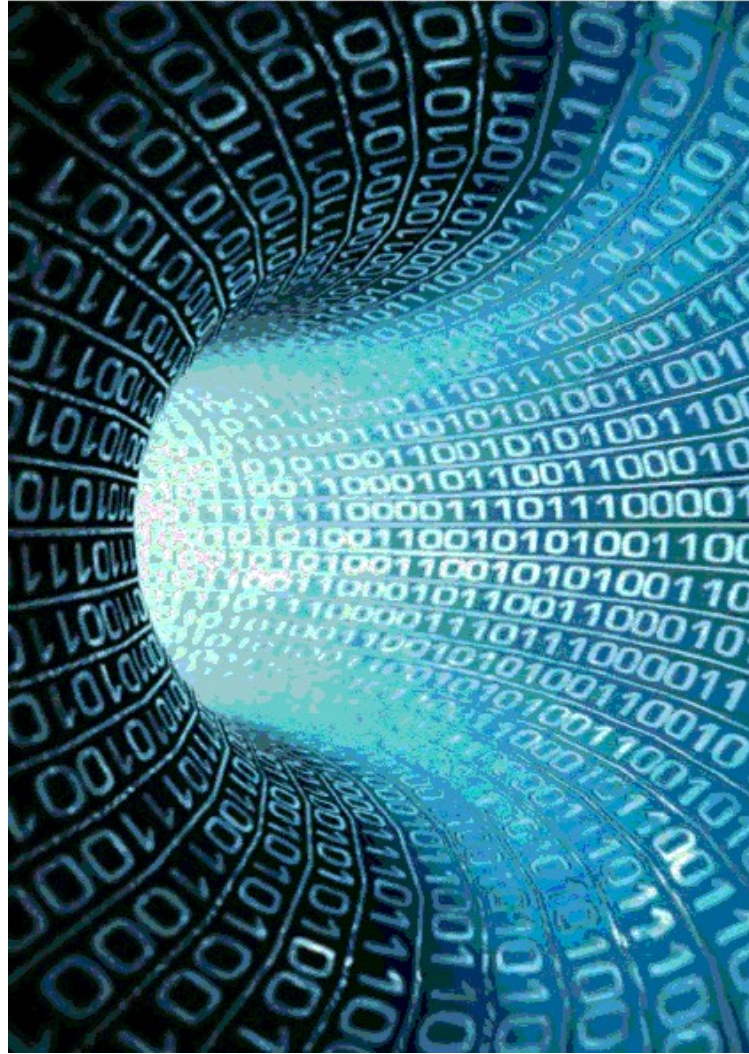
Medios y materiales compuestos, heterogéneos, viscoelásticos, magnetorreológicos, aleaciones con memoria de forma, fermentaciones, ...

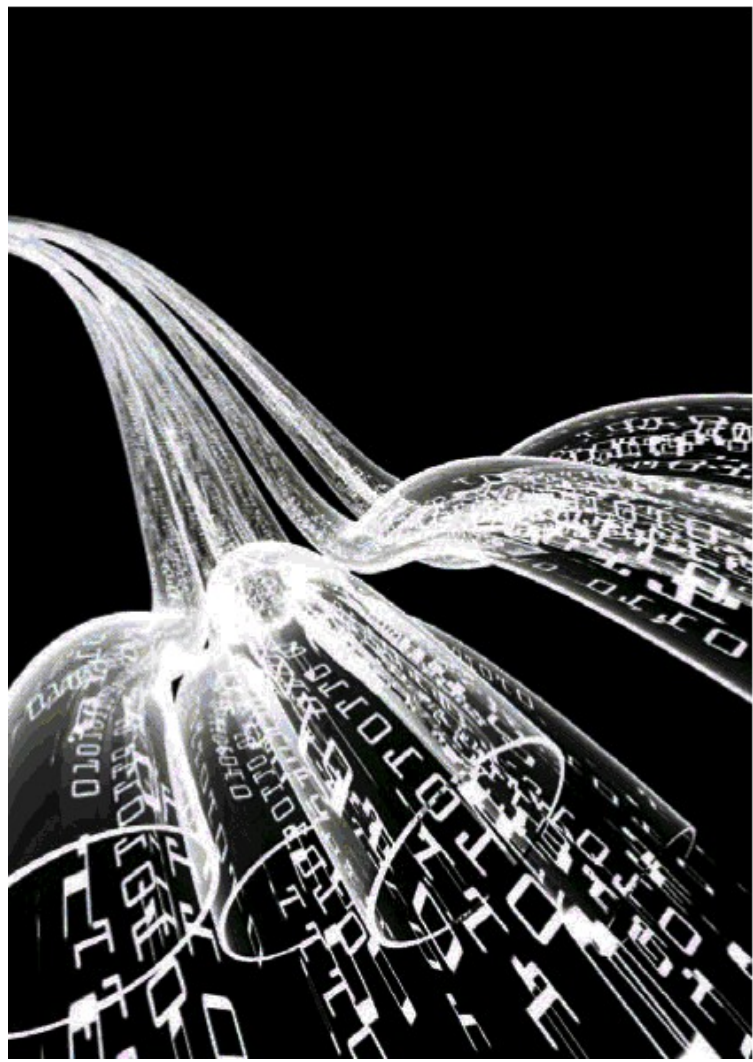
Buscamos inútilmente la respuesta en un sólo material o, incluso, en la combinación finita de dos distintos sin nunca encontrar la respuesta: texturas, pigmentaciones, formas, estructuras moleculares,...















**Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646-1716) observó que un reordenamiento de una serie divergente puede dar lugar a sumas arbitrarias:

$$1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + -1 \dots$$

$$(1 - 1) + (1 - 1) + (1 - 1) + (1 - 1) \dots = 0$$

$$1 + (-1 + 1) + (-1 + 1) + (-1 + 1) \dots = 1$$

## Cibernética: El control de sistemas

Sean  $n, m \in \mathbb{N}^*$  y  $T > 0$  y consideremos el siguiente sistema finito-dimensional

$$x'(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad t \in (0, T); \quad x(0) = x^0. \quad (1)$$

En (1),  $A$  es una matriz real  $n \times n$ ,  $B$  es  $n \times m$  y  $x^0$  es el dato inicial del sistema  $\mathbb{R}^n$ . La función  $x : [0, T] \rightarrow \mathbb{R}^n$  representa el *estado* y  $u : [0, T] \rightarrow \mathbb{R}^m$  el *control*.

¿Podemos controlar un estado de  $n$  componentes con  $m$  controles, incluso si  $n \gg m$ ?

# El Teorema del Cocinero

**Theorem 1** (18958, Rudolf Emil Kálmán (1930– )) *El sistema (1) es controlable*

$$\text{rank}[B, AB, \dots, A^{n-1}B] = n. \quad (2)$$

**Cibernética**, Norbert Wiener (1894–1964): la ciencia del control y comunicación en máquinas y seres vivos.

## Dualidad

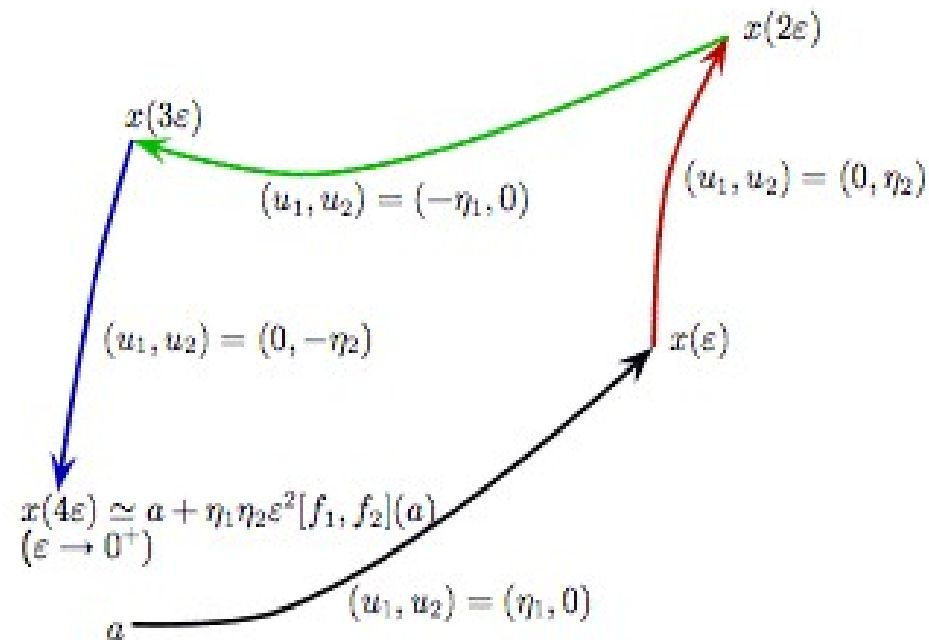
Comunicación y control

Sensores y actuadores

.....

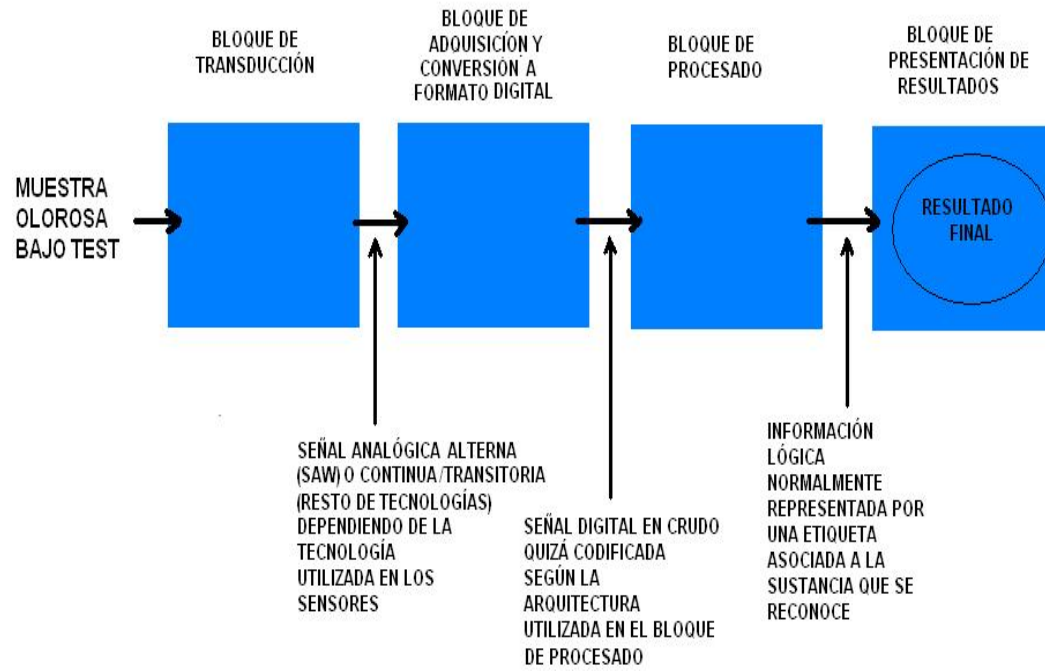
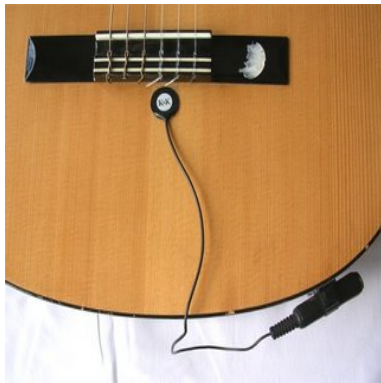
La interacción de diferentes agentes produce escenarios y efectos insospechados

Corchetes de Lie  $\dot{x} = u_1 f_1(x) + u_2 f_2(x)$









## Una robot japonesa desfilará sin ropa en la Semana de la Moda

La robot HRP-4C, capaz de hablar, sonreír, sorprenderse y enfadarse y desfilará como una modelo profesional



## 4.- PERSPECTIVAS

# MailOnline

## The perfect pancake? Easy, just follow this formula ... $100 - [10L - 7F + C(k - C) + T(m - T)] / (S - E)$

By [Daily Mail Reporter](#)

Last updated at 9:49 AM on 24th February 2009

With Shrove Tuesday tomorrow it was perhaps inevitable that an eager scientist would apply their skills to creating the perfect pancake.

Maths expert Dr Ruth Fairclough stepped up to the challenge, unveiling a complex algebra formula to help chefs nail the dish on the day.

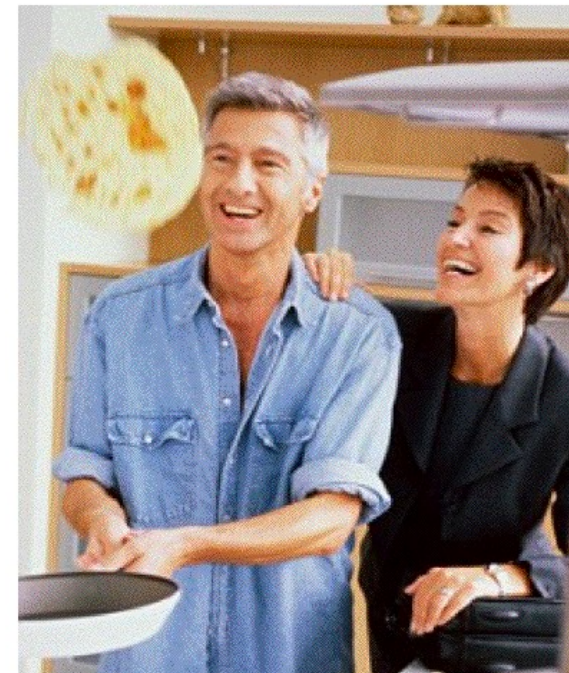
The 34-year-old senior lecturer of mathematics and statistics worked out the food formula because her two daughters loved eating pancakes so much.

Dr Ruth, who teaches at Wolverhampton University found that  $100 - [10L - 7F + C(k - C) + T(m - T)] / (S - E)$  created the tastiest snack.

In the complex formula L represents the number of lumps in the batter and C equals its consistency.

The letter F stands for the flipping score, k is the ideal consistency and T is the temperature of the pan.

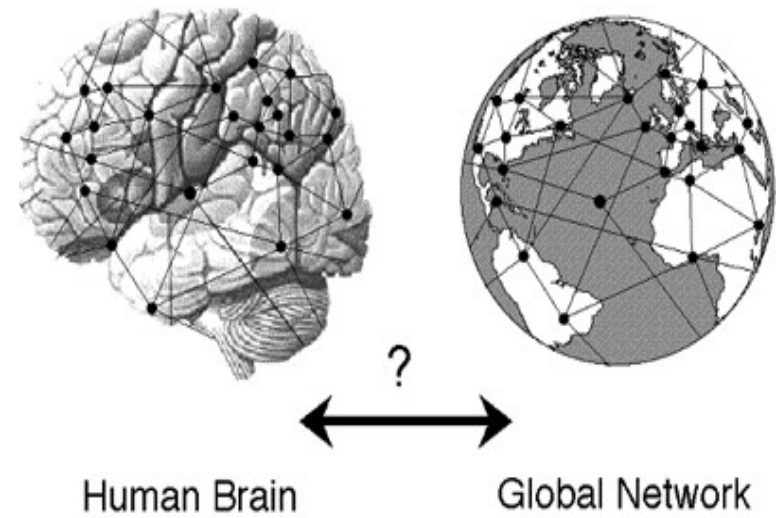
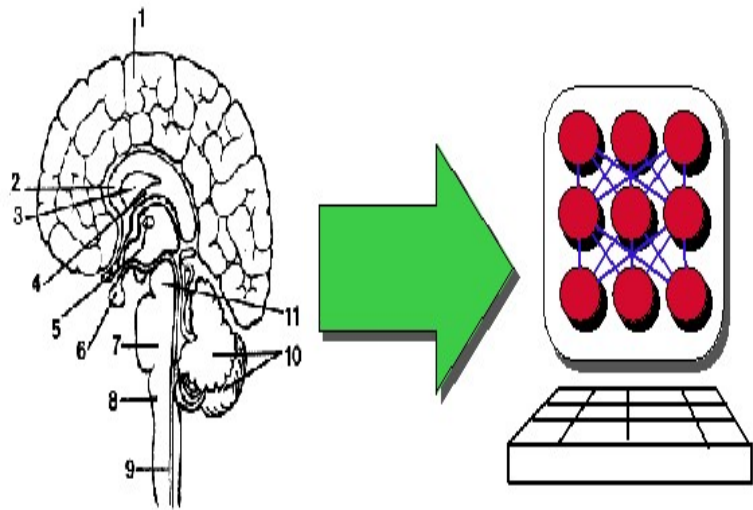
Ideal temp of pan is represented by m, S is the length of time the batter stands before cooking and E is the length of time the cooked pancake sits before being eaten.





Las matemáticas se verán influenciadas por la creciente tendencia a la **complejidad** y a la **multidisciplinaridad**. Aumentará así la importancia de las matemáticas en áreas como las neurociencias, las ciencias sociales, **la cocina**,.....





*Ezagutzen duguna ur tanta da; ezezaguna it-sasoa....*

*Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el océano....*

Isaac Newton (1643 – 1727)





Todo el universo está en un vaso de vino/  
txakoli/ sidra ..... y las Matemáticas pueden  
ayudarnos a entenderlo.