Matemáticas en la vida cotidiana

J.I. Díaz

El Escorial

29 de septiembre de 2000

- **Principio de amenidad en libros de divulgación científica (Stephen W. Hawking, 1988)**: El nº de ecuaciones reduce a la mitad el nº de potenciales lectores

$$l = \frac{l_0}{2^e}$$

- **Principio de amenidad en conferencias de divulgación científicas**: El grado de amenidad y espontaneidad de la conferencia es inversamente proporcional al nº de páginas que se ha de escribir después de la conferencia

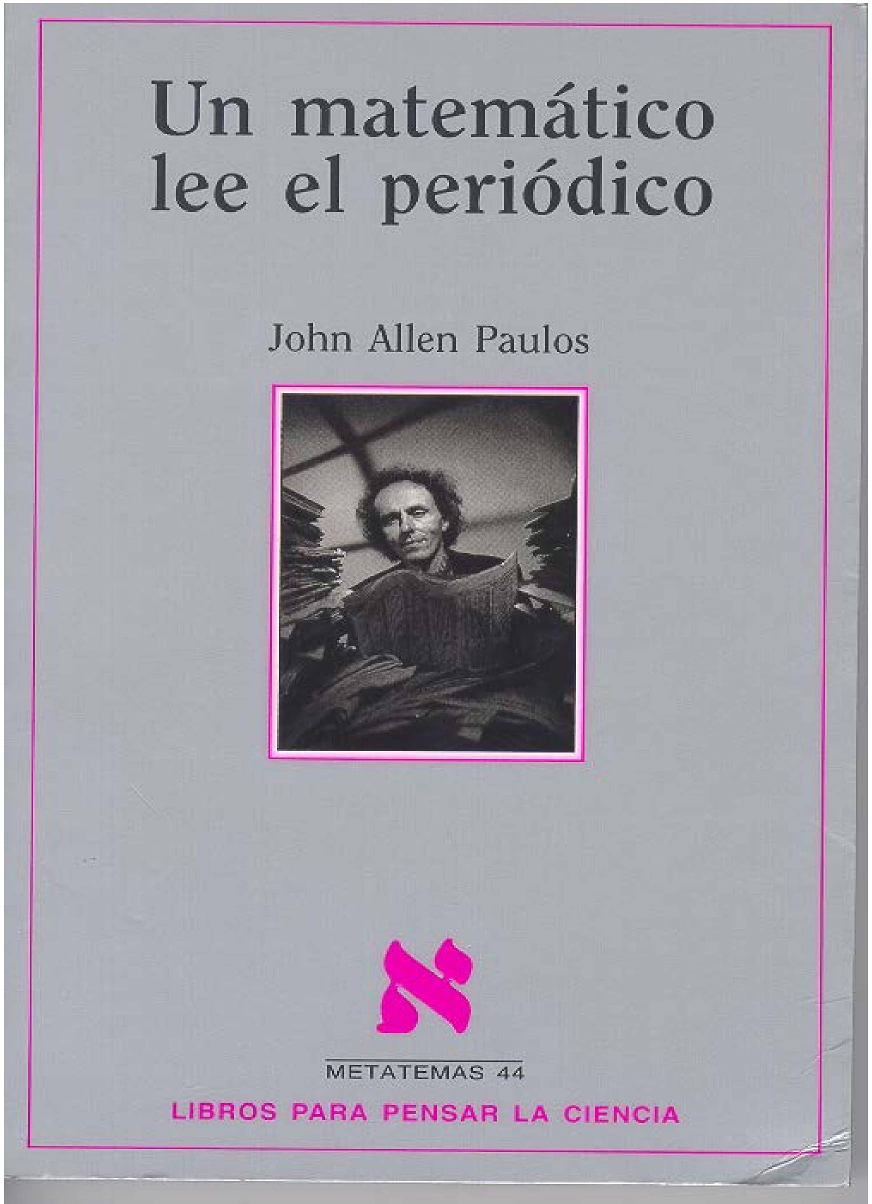
$$a = \frac{1}{p}$$

- **Nota**: **p** puede ser incluso fraccionario

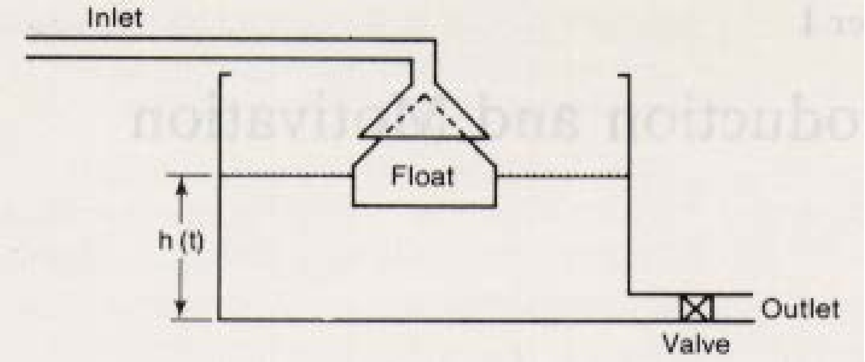
Plan de la exposición

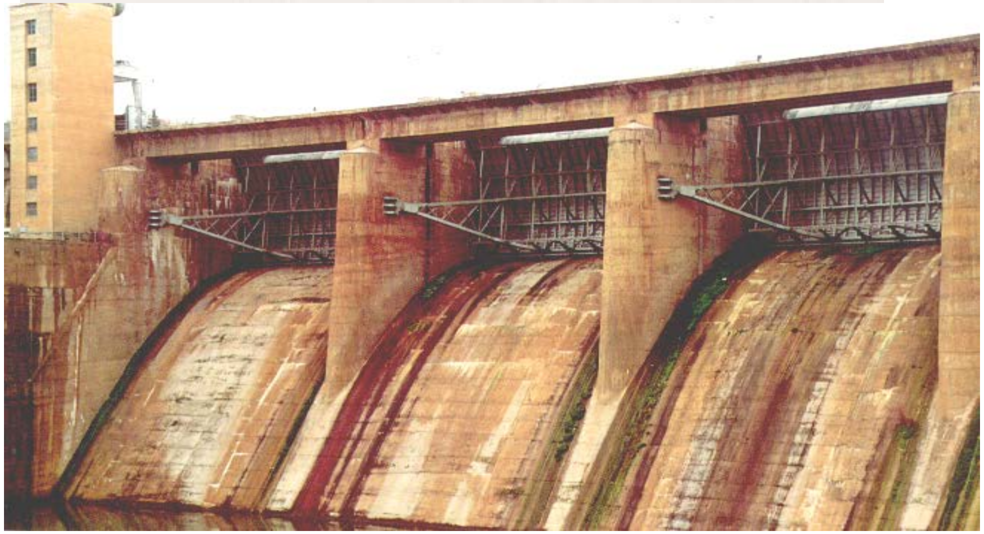
- Ciencia en la vida cotidiana.
- Presencia de las matemáticas.
- Una aplicación en un proceso jurídico.

Ciencia en la vida cotidiana: un prisma de muchas caras



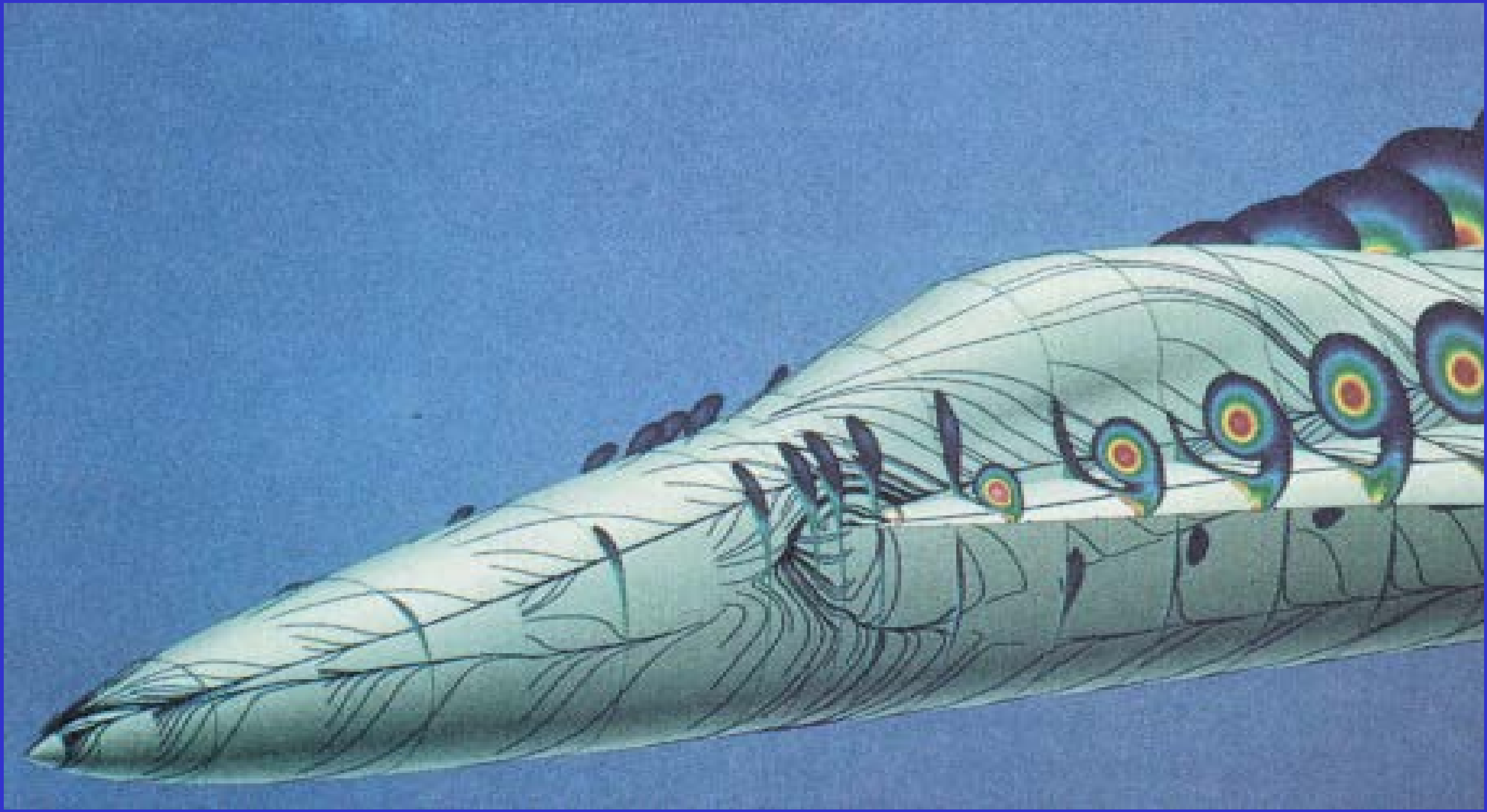
•**No existe una ciencia específica de la vida cotidiana:**





Perfil aerodinámico en ciclismo

..., industria aeronáutica,....



Inventos/Procesos

Pocos “inventos” con huella de matemáticos

- Listado inagotable (ver “Inventos del milenio”, EL PAIS-Aguilar, 1999): Denis Papin (físico y matemático) (1647-1712) describe **la olla exprés** en un artículo en 1681 (miembro de la London Royal Society). No se fabrican hasta el XIX . El modelo actual es del 1948.
- **Máquinas de calcular, el ordenador (Telares como precursores: Basile Bouchon, en 1725 y M. Falcon en 1728 construyen telares de tarjetas perforadas)**
- **Matemáticos-ingenieros: Arquímedes, Leonardo da Vinci, Galileo, Blas Pascal, Huygens,..,Torres Quevedo, J. von Neumann, ...**

- **La tecnología es mucho más que un catálogo de inventos**

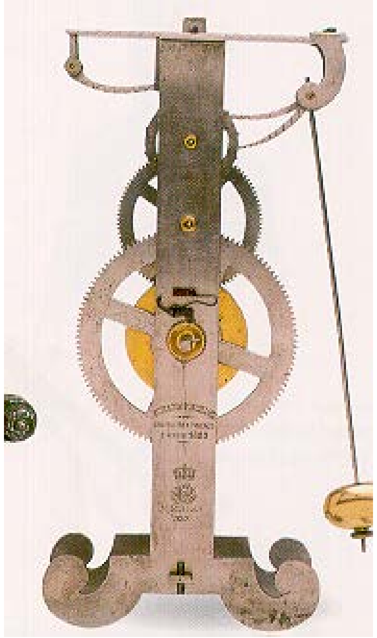
Tecnología

Al-Farabi (870-950) **"Utilización sistemática del conjunto de conocimientos científicos y empíricos para alcanzar un resultado práctico: un producto, un proceso de fabricación, una técnica, un servicio, una metodología"**

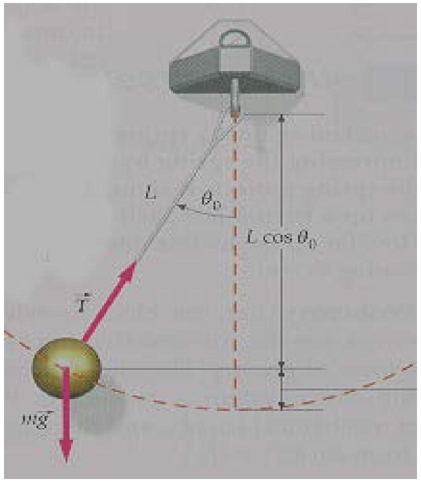
- **Relación entre ciencia y tecnología:**
  - **compleja, variable a lo largo del tiempo y en ambos sentidos.**
  - **No se limita ciencia aplicada (la máquina de vapor anterior a la Termodinámica)**
  - **Numerosos ejemplos de interacción: desarrollo del electromagnetismo durante el siglo XIX ,...**

Vida cotidiana en la vanguardia de la investigación científica:

•Construcción de relojes

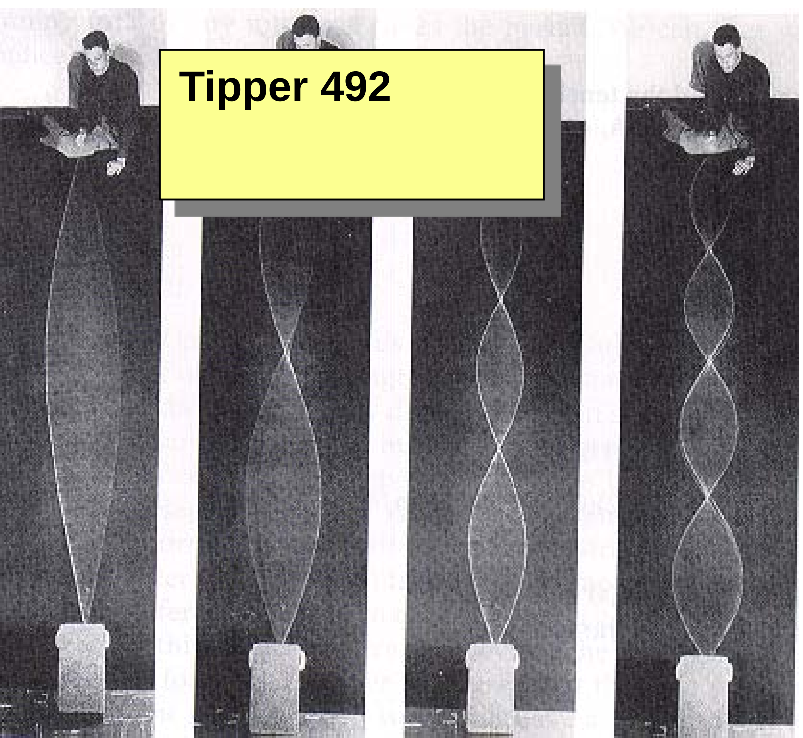


Péndulo no lineal



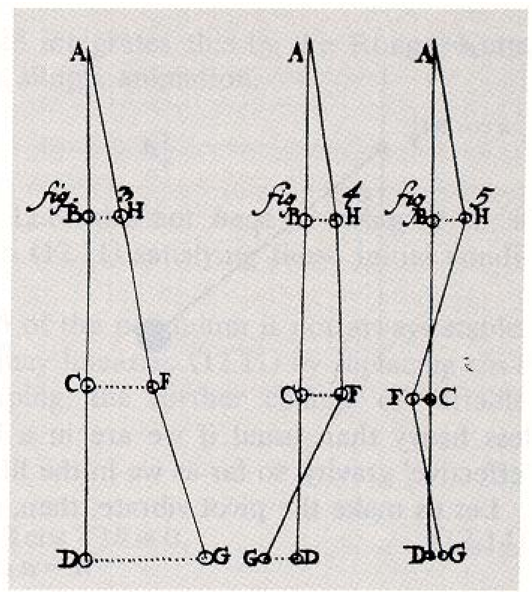
* Música y Matemáticas

Experimentalmente: Vibraciones de una cuerda en modos (mitades, tercios,...): Bien conocido en 1700



Tipper 492

1739:Daniel Bernoulli:*Investigación sobre una nueva teoría de la música,claramente expuesta a partir de incontestables principios de la armonía*



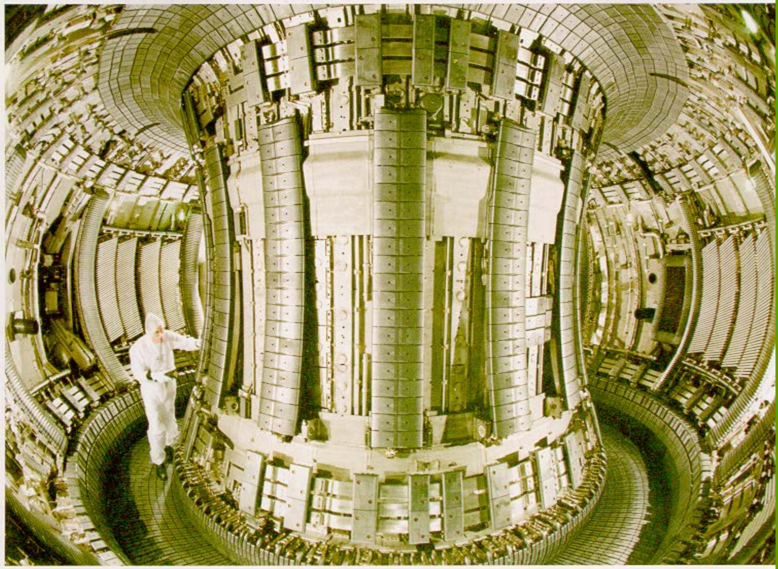
- 1746: Jean Le Rond D’Alembert: “Investigaciones sobre la curva que forma una cuerda tensa que se hace vibrar”

Avances derivados de la“gran ciencia”(grandes inversiones tanto económicas como de capital humano)

• Computadores, PCs, microtecnología, .

•Carrera espacial (nuevos materiales, GPS, telecomunicaciones,...)

•Fusión termonuclear,...



Vista interior del JET después la intalación del divertor (a principios de 1994)

•Industrial Mathematics:

- •Oxford (Tayler, Ockendom,..)
- •Minnesota (A. Friedman)
- •European Consortium for Mathematics in the Industry ECMI,..

Temas prioritarios del Programa Marco Europeo :

***Aplicaciones Telemáticas,**

***Tecnologías y Servicios de Comunicaciones Avanzadas,**

***Tecnologías de la Información,**

***Tecnologías de Fabricación y de los Materiales,**

***Agricultura y Pesca, Medio Ambiente,**

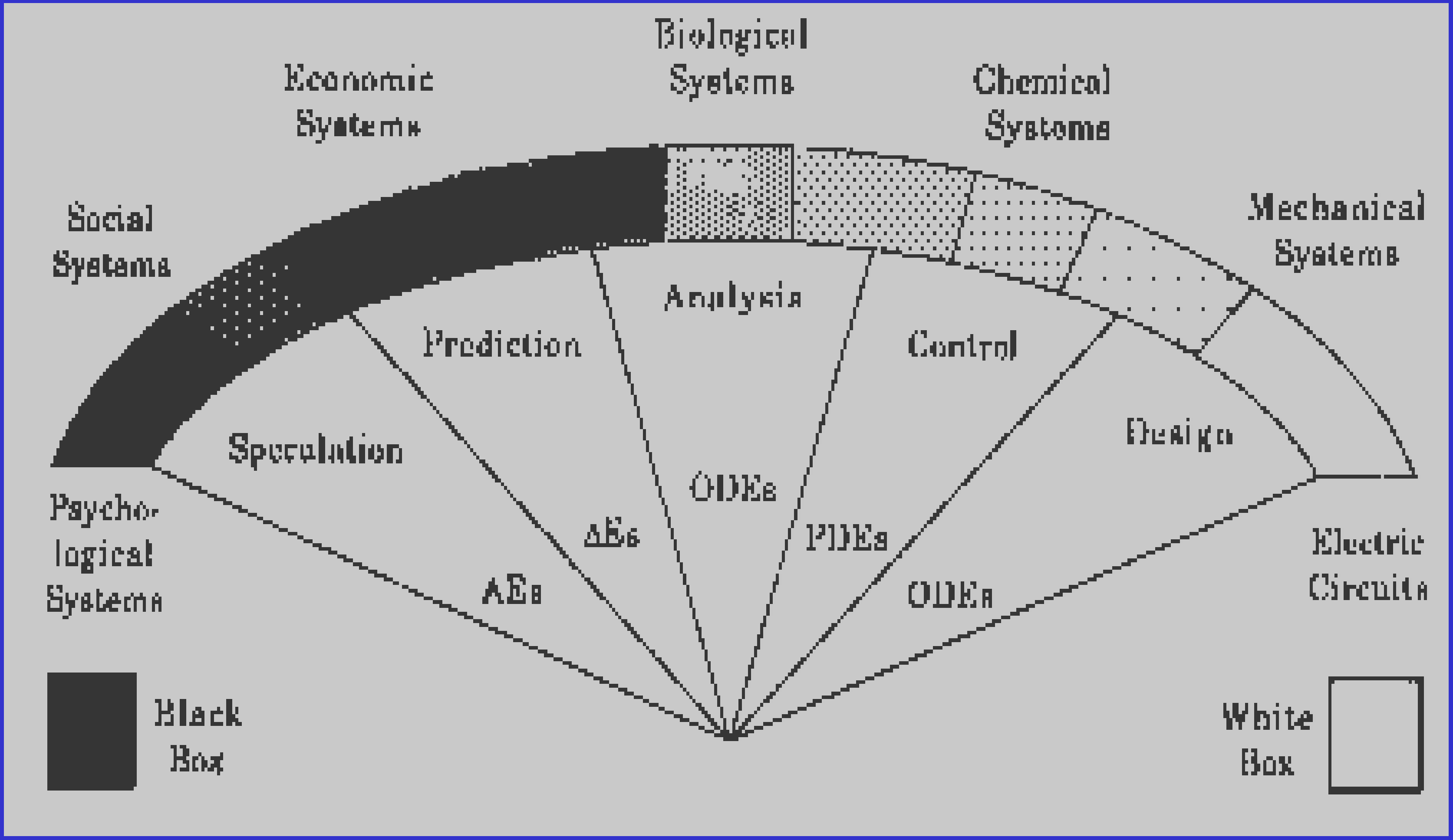
***Transportes.**

Otras fuentes: Plan Nacional de la Ciencia 2000

Matemáticas en procesos de la vida cotidiana

- Preferencias personales:
  - Filtracion en medios porosos (agricultura, diques, purificación de aguas, industria farmacéutica, máquina de café,..)
  - Fluidos no-Newtonianos (champú, sangre, lava, glaciares, extracción de petróleo, gaseoductos,..)
  - Lubricación (motores, cintas de video,...)
  - Cambios de fase (colada del acero, congelación de alimentos, fabricación de helados, combustibles espaciales,...)
  - Capa límite hidrodinámica (aviones, barcos, ...)
  - Meteorología y Climatología
  - Modelos en Medicina: crecimiento de tumores, simulación de ventilación pulmonar infantil,....

Sobre la complejidad de las aplicaciones de las Matemáticas (Walter Karplus, 1976)



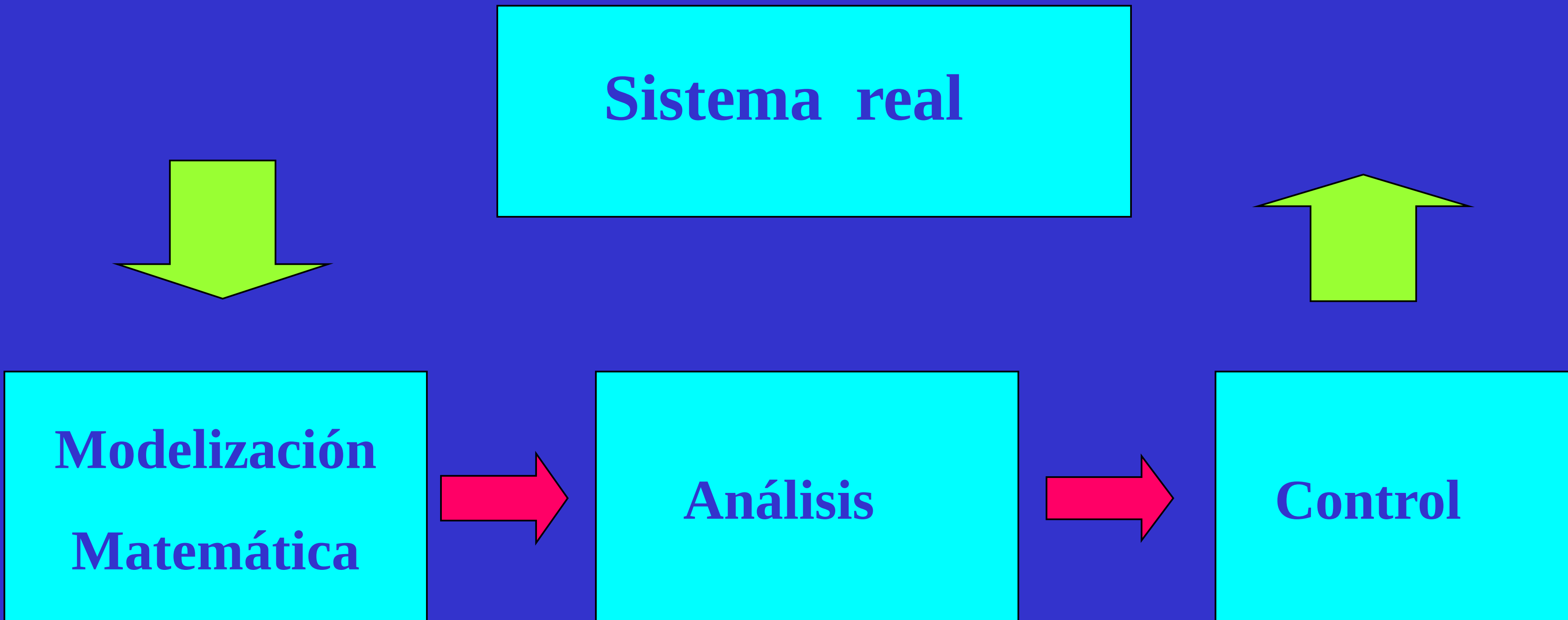
matemáticas del comportamiento/matemáticas de la naturaleza

Dimensión social.

(Ortega: *Meditación de la técnica*..., 1939)

- Sistema de numeración (vida en sociedad).
- Cálculo de estructuras (gran ciudad, rascacielos, prevención sísmica,..).
- Calidad de vida:
  - Agua corriente,Luz eléctrica,Lavadora, Frigorífico,Calefacción,Automóvil,Teléfono, Televisión, Internet, ...Aire acondicionado,..
  - -Repercusión social del ordenador (información no numérica)

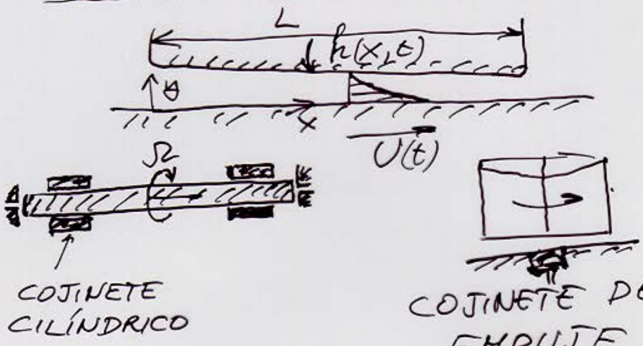
Presencia de las Matemáticas



El “arte “ de la modelización:

TEORIA DE LA LUBRICACIÓN FLUIDODINÁMICA (REYNOLDS)

LUBRICACIÓN HIDRODINÁMICA



ZAPATA BIDIMENSIONAL

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0$$

$U_c/L = V_c/h_o$

$$\rho\left\{\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}\right\}=-\frac{\partial p}{\partial x}+\mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\cancel{\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}}\right)$$

$\rho U_c/t_o \quad \rho U_c^2/L \quad \delta_x p/L \quad \mu U_c/h_o^2 \quad \mu U_c/L^2$

$$\rho\left\{\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}\right\}=-\frac{\partial p}{\partial y}+\mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\cancel{\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}}\right)$$

$\rho V_c/t_o \quad \rho U_c V_c/L \quad \delta_y p/h_o \quad \mu \frac{V_c}{h_o^2} \quad \mu\frac{V_c}{L^2}$

$y=0: \; u=U(t), \; v=0$

$y=h(x,t): \; u=0, \; v=\frac{\partial h}{\partial t}$

$$\boxed{\frac{\delta_y p}{\delta_x p}\sim\left(\frac{h_o}{L}\right)^2}$$

$U(t) \to U_c, t_o \; : \; h(x,t) \to h_o, t_o, L$

$h_o/L \ll 1, \; h_o^2/\nu t_o \ll 1 : \; h_o^2/\nu \frac{L}{U_c} \ll 1$

HIPOTÉSIS DE LA TEORIA DE LA LUBRICACIÓN

$h_o/L \ll 1$ (CAPAS DELGADAS)

$h_o^2/\nu t_o \ll 1$ (ACELERACION LOCAL DESPREC.)

$\frac{U h_o}{\nu}\frac{h_o}{L} \ll 1$ (ACELERACIÓN CONVECTIVA DESPRECIABLE)

ECUACIONES (DE STOKES) SIMPLIFICADAS

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0$$

$$0=-\frac{\partial p}{\partial x}+\mu\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

$$0=\frac{\partial p}{\partial y} \rightarrow p=p(x,t)\;?$$

$y=0: \; u=U(t), \; v=0$

$y=h(x,t): \; u=0, \; v=\partial h/\partial t$

$$u=\underbrace{U\left(1-\frac{y}{h}\right)}_{\text{Coutte}}+\underbrace{\frac{1}{2\mu}\frac{\partial p}{\partial x}y(y-h)}_{\text{Poiseuille}}$$

$$v=-\int_0^y\frac{\partial u}{\partial x}dy \rightarrow \frac{\partial h}{\partial t}=-\int_0^h\frac{\partial u}{\partial x}dy$$

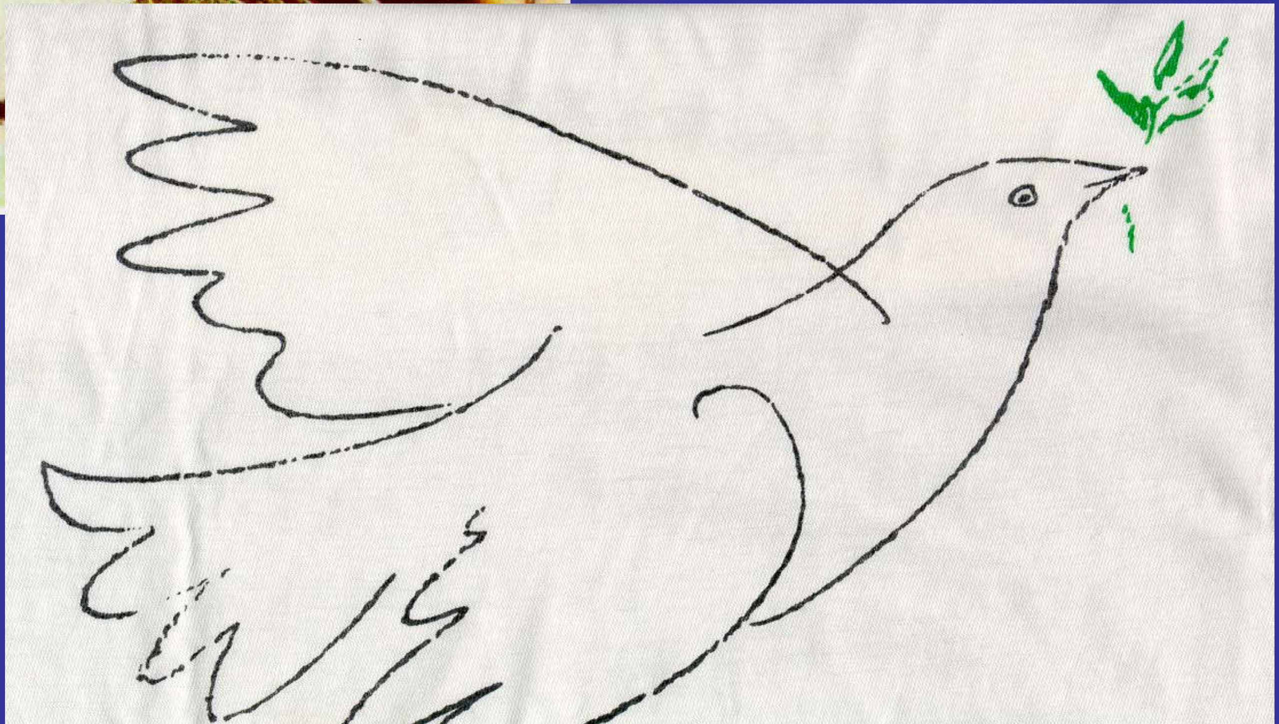
$$\boxed{\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\int_0^h u\,dy=0} \qquad q_x=\int_0^h u\,dy$$

$$q_x=\frac{Uh}{2}-\frac{h^3}{12\mu}\frac{\partial p}{\partial x}$$

$$\frac{\partial h}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Uh}{2}-\frac{h^3}{12\mu}\frac{\partial p}{\partial x}\right)=0$$

(ECUACIÓN DE REYNOLDS DE LA LUBRICACIÓN)

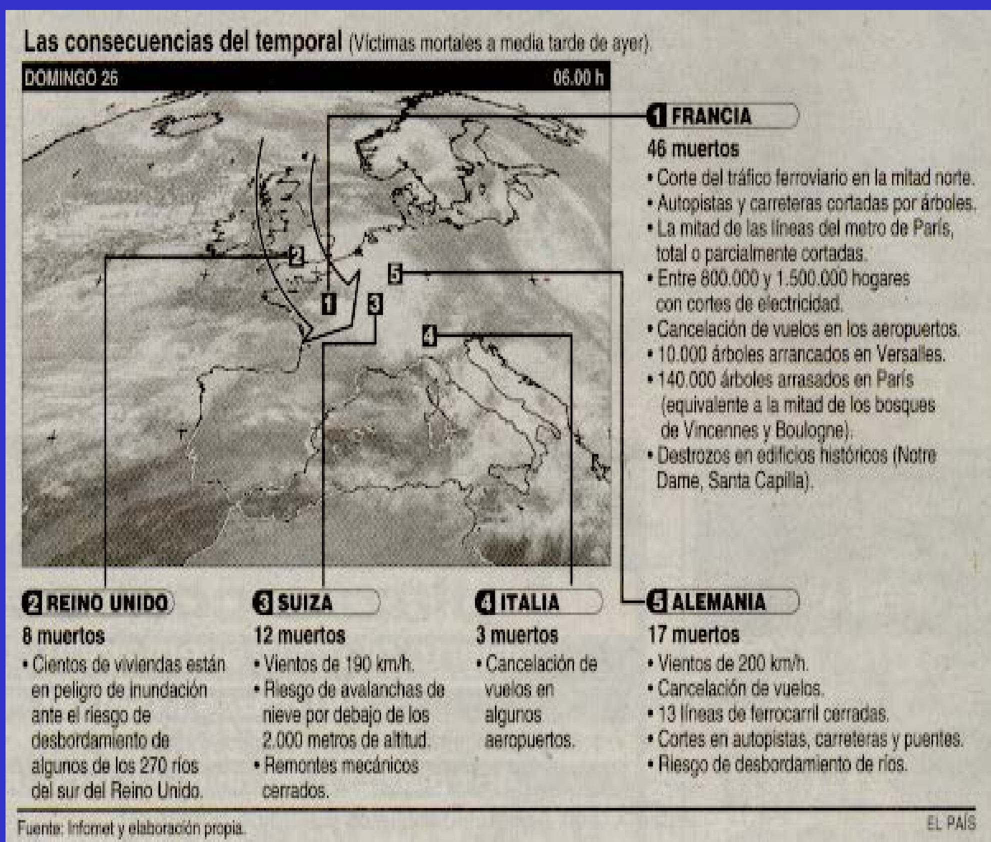
Proceso similar en las Artes



La modelización matemática tiene componentes subjetivas:

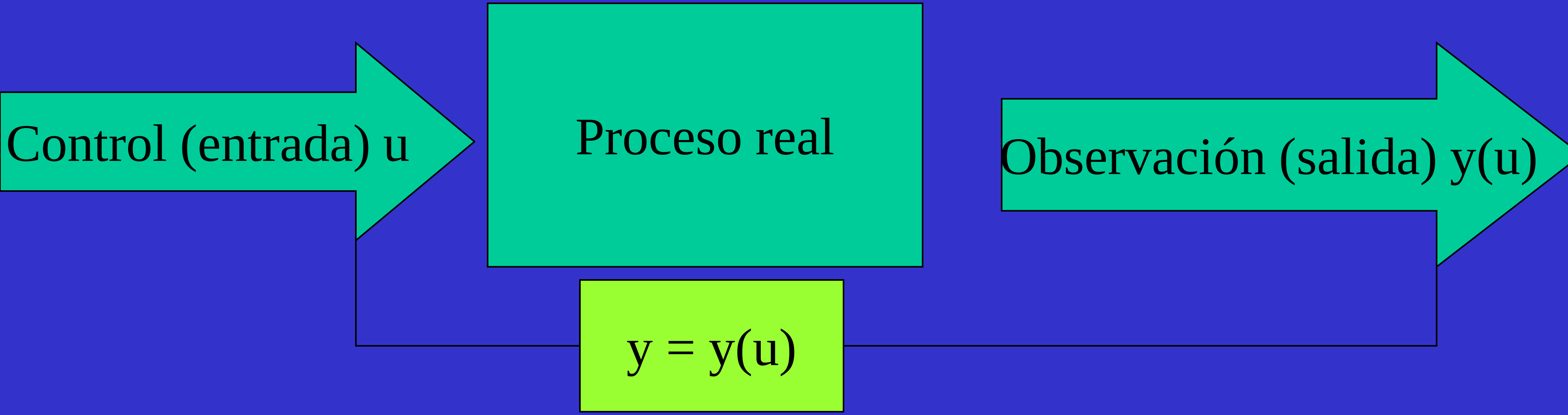
- “Ecuaciones personales” de F. Bessel (1784-1846)

[Tiempos de transito de los astrónomos]

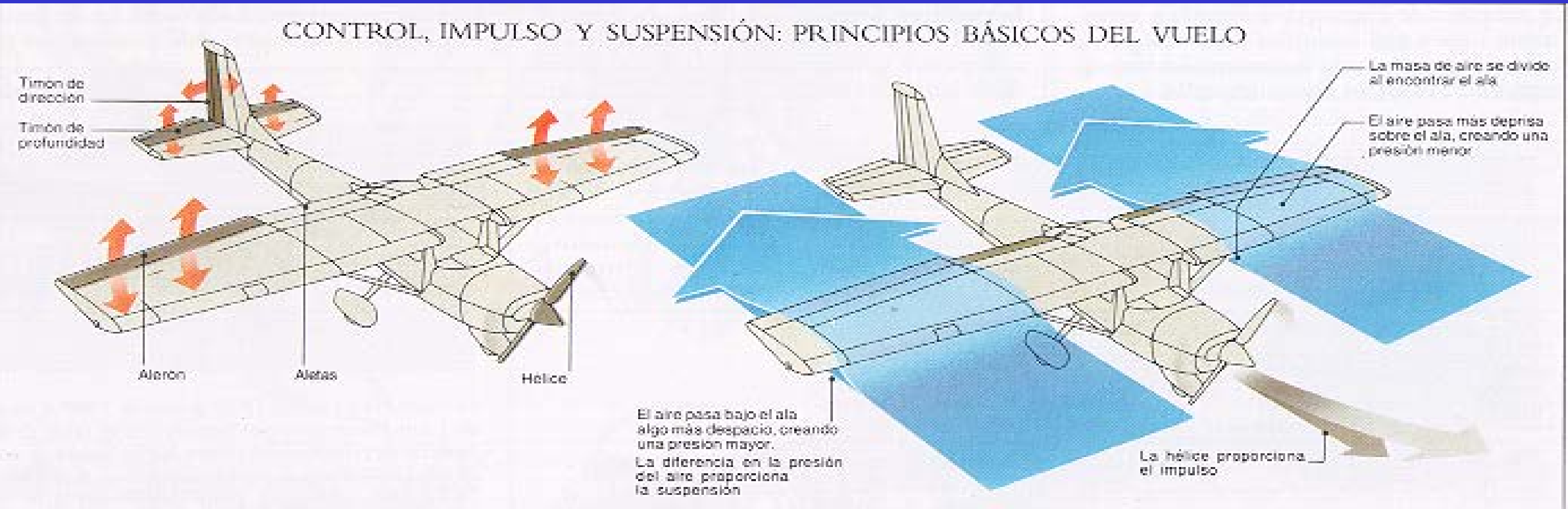


*Tormentas en Francia, 24, 25 y 26 de diciembre de 1999: recorrido pronosticado del torbellino descartado por los meteorólogos

Matemáticas de la actuación: Teoría de Control



Objetivo: Encontrar el control u para que la observación y(u) sea lo "mejor posible"



Una aplicación de las Matemáticas en un proceso jurídico

(Trasparencias)