

# ¿Cuántas cosas más puede hacer mi computador?



Museo Nacional de Ciencia  
y Tecnología



Charlando con  
Nuestros Sabios  
y  
Talleres del Museo



*Juan José Moreno Navarro*  
*Catedrático de Universidad*  
*Universidad Politécnica de Madrid*  
*Director Adjunto IMDEA Software*



# La Ciencia avanza

- Proporcionando más conocimiento sobre:
  - La naturaleza.
  - El cuerpo humano.
  - Ingenios inventados por el hombre (arte, máquinas, computadores, ...)
- Algunos conocimientos pueden aplicarse y proporcionar más bienestar a la humanidad.
- En otros casos, nos las ingeniamos para buscar su lado dañino.

# La Ciencia avanza

- Enfrentándose a grandes desafíos de la humanidad.
- Por la genialidad de algunos científicos (Arquímedes, Euclides, Newton, Darwin, Pasteur, Ramón y Cajal, Turing, ...).
- O poco a poco por el tesón de la mayoría.

*Investigar es un 10% de inspiración*

*y un 90% de transpiración.*

*Severo Ochoa*



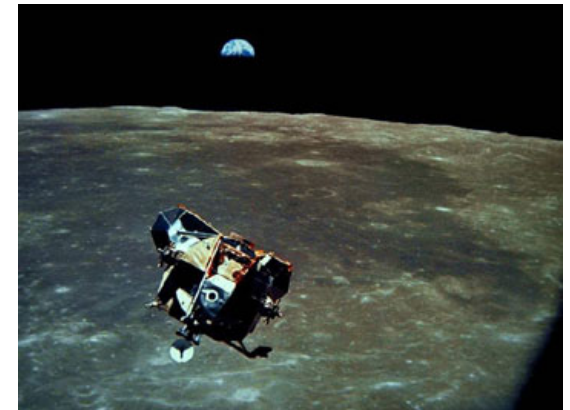
# Contribuir a los avances de la Ciencia es una tarea apasionante

- Enfrentarse a retos, proponer soluciones, ver como éstas se acaban aplicando (aunque sea parcialmente) ....
- No hace falta ser Newton, ni vamos a ser enterrados en Westminster como él.
- Pero sobre todo, ... es muy divertido.

# Algunos de los grandes desafíos a los que se ha enfrentado la Ciencia

- Presentamos algunos de ellos.
- No todos han tenido éxito (aún).
- La Informática tiene sus propios desafíos para el futuro.

# Desafío: Poner un hombre en la luna



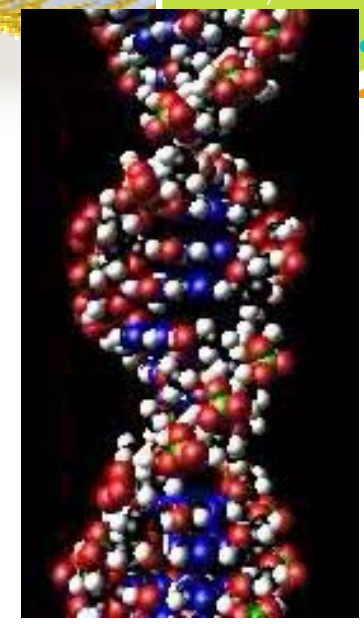
- Conseguido en 1969.
- Llevó 10 años conseguirlo.
- Fuente de numerosos avances adicionales en las ciencias y las ingenierías

*Un pequeño paso para un  
hombre, y un gran paso  
para la humanidad*

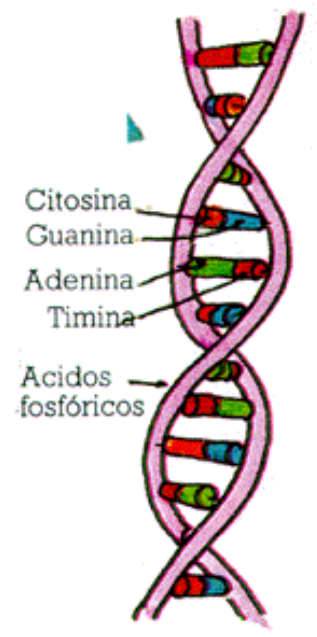
*Neil Amstrong*



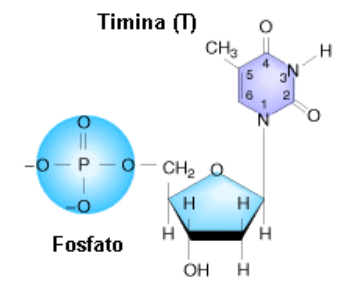
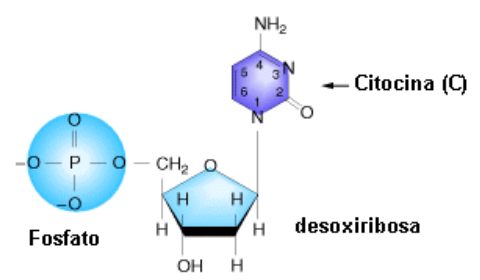
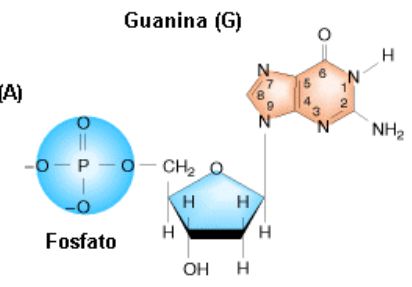
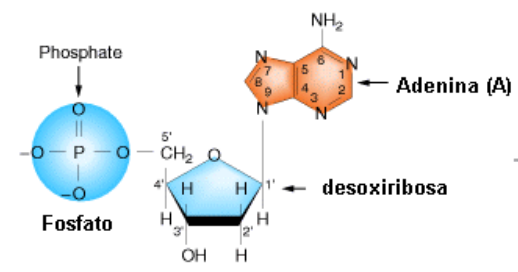
# Desafío: Descifrar el ADN humano



Cadena de ADN



## Nucleótidos

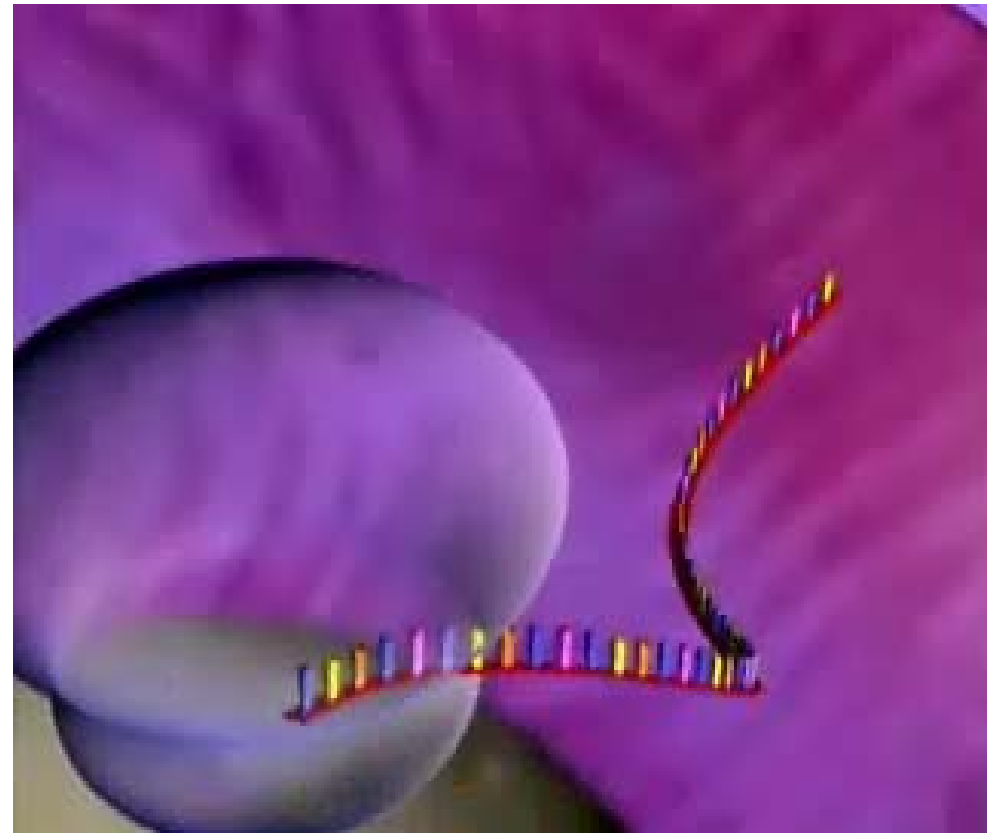


- ADN: ácido desoxirribonucleico.
- Constituye el material genético de los organismos.
- Es el componente químico primario de los cromosomas y el material del que los genes están formados

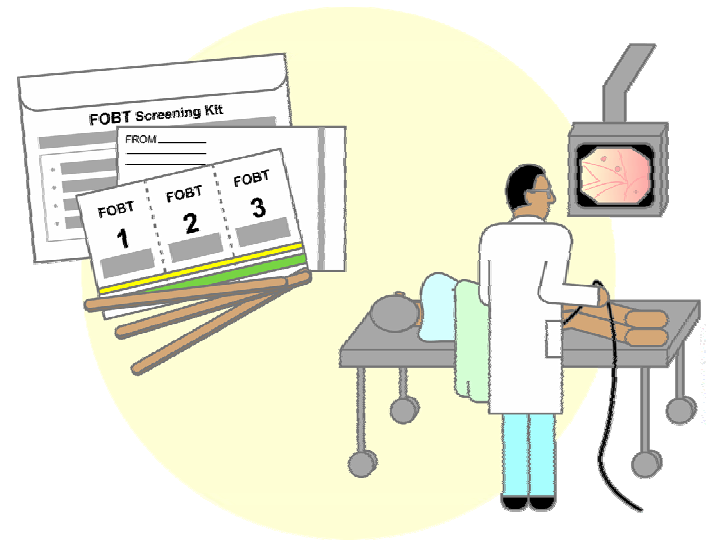
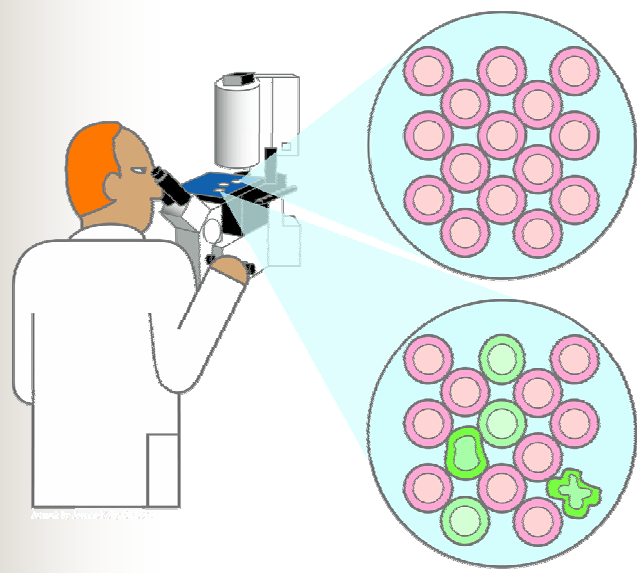
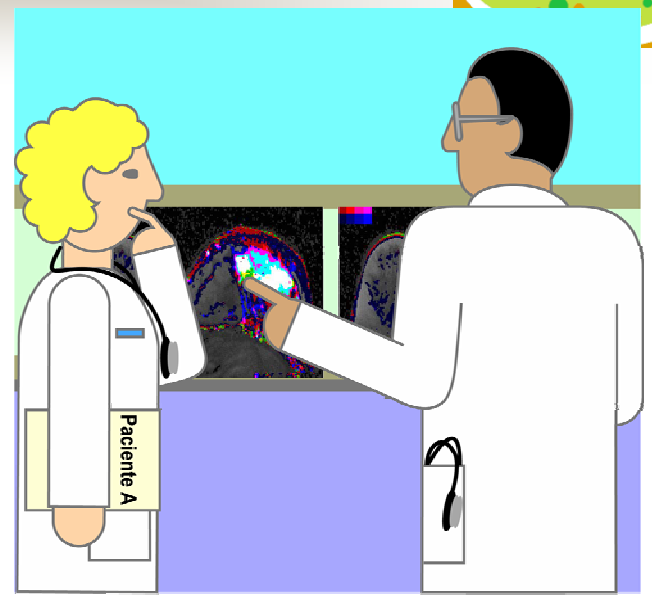




- Proyecto Genoma Humano (1990-2004)
  - Objetivos muy claros.
  - Basado en ideales científicos.
  - Concebido fuera de las presiones comerciales.
  
- Beneficios potenciales enormes
  - Biología molecular
  - Tratamiento de enfermedades
  - Ingeniería genética.

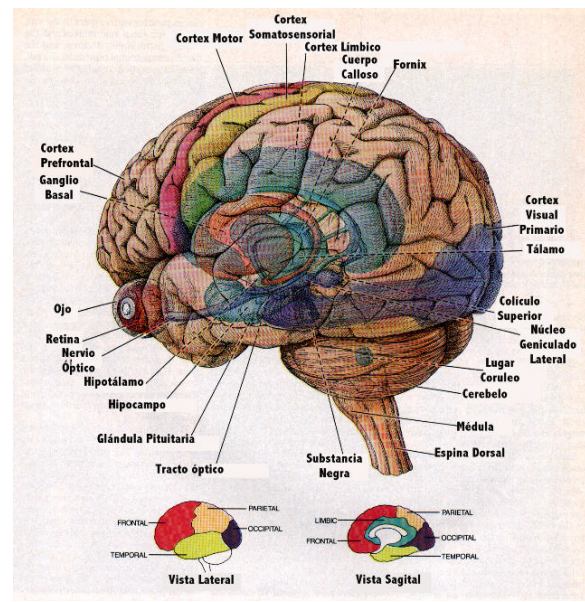
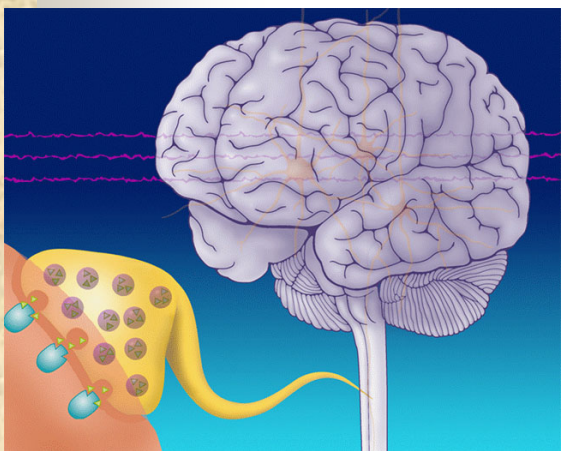
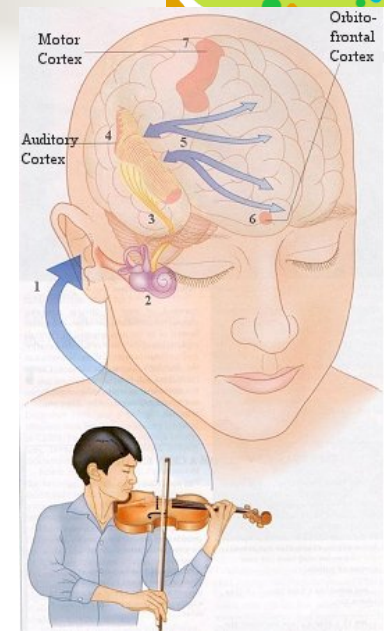


# Desafío: Curar el cáncer

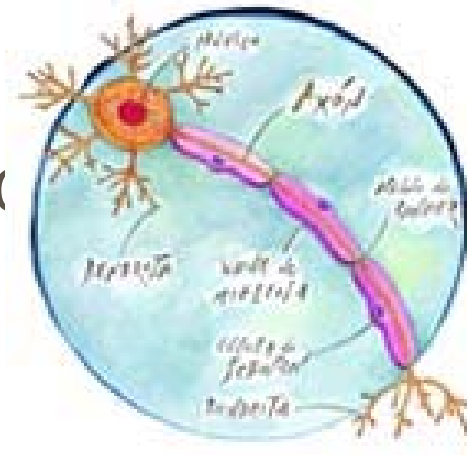


- Se planificó para 1970, obviamente fallido.
- No todos los cánceres son iguales: Causas diversas (bacterias, virus, radiaciones, toxinas), mecanismos diferentes, órganos diferentes.
- Avances parciales significativos:
  - Prevención
  - Diagnóstico
  - Tratamiento
  - Conocimiento de su comportamiento

# Desafío: Comprender el cerebro



- Uno de los grandes retos de la humanidad: ¿lo completaremos alguna vez?
- Entre sus principales impulsores está Ramón y Cajal, premio Nóbel en 1906.
- Descubrió los mecanismos que gobiernan la forma y las conexiones de las neuronas.
- Se ha avanzado mucho ...  
pero !queda tanto por conocer
- Hay éxitos parciales.

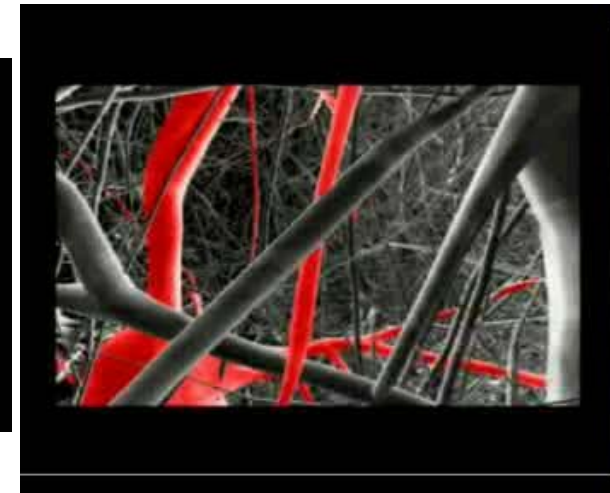
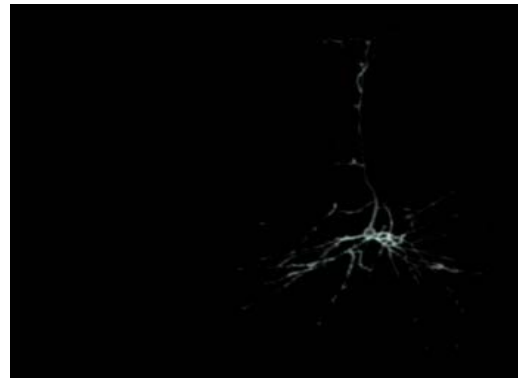
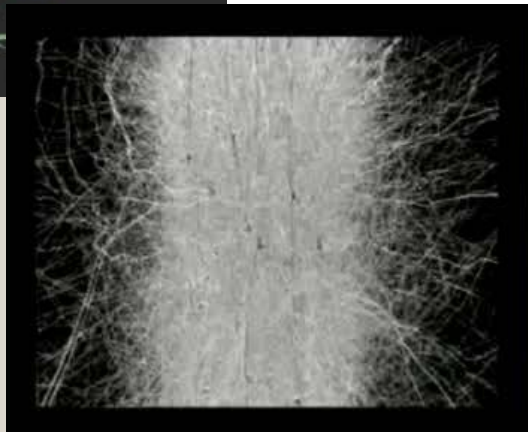
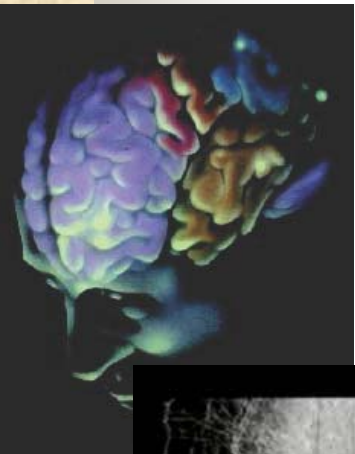


- Un pequeño ejemplo: un programa de computador que juegue al ajedrez como un campeón
- Conseguido en Mayo de 1970.
- Deep Blue ganó a Gary Kasparov: 3,5 a 2,5
- Deep Blue (el supercomputado RS/6000 SP) puede analizar 200.000.000 posiciones en un segundo, Kasparov 3.
- Pero Kasparov sabe mucho más de ajedrez, Deep Blue es principalmente fuerza bruta.



# Proyecto Blue Brain

- Desarrolla modelos de las neuronas y funciones cerebrales
- Simula su comportamiento.
- Comprender su funcionamiento
- Tratar enfermedades mentales



# La Informática

- Es una ciencia y no solo una tecnología.
- Las palabras Informática e (Ingeniero) Informático tienen múltiples significados.
- Igualmente tiene sus desafíos (y sus grandes hombres.)
- Planteamos algunos de ellos.

- Investigación fundamental:
  - Potencia, límites, corrección y costes de la computación.
  - Fundamentos para la descripción de los procesos computacionales, de la información y del conocimiento.
- Investigación experimental:
  - Creación de nuevos procedimientos, abstracciones y mecanismos.
  - Son analizados y evaluados mediante la construcción de prototipos.
  - En ocasiones estos prototipos pueden ser convertidos con facilidad en productos comerciales.

# Las predicciones no son fáciles

- Thomas Watson, presidente de IBM: *Solo se necesitarán unos 10 computadores en el mundo.*
- Bill Gates: *Internet no será importante en la vida de la gente.*
- Steve Ballmer, presidente Microsoft: *640KB son suficientes para cualquiera.*
- Charles Duell, director de la Oficina de Patentes de EEUU en 1919: *Todo lo que se puede inventar ha sido ya inventado.*



Desafío:  
**Comunicarse con un  
computador en cualquier  
idioma**

- Se habla de tecnologías del lenguaje humano.
- *Procesamiento del habla*
  - *Síntesis*
  - *Reconocimiento*
- *Procesamiento del lenguaje natural*
  - *Traducción*
  - *Análisis, corrección y manipulación de textos*
- *Sistemas de diálogo y acceso a la información*
  - *Recuperación de información*
  - *Búsqueda de respuestas*

- Inicio: Traducción ruso-inglés en la guerra fría.
  - Éxitos parciales, pero grandes fracasos.

Ruso: *El espíritu es fuerte, pero la carne es débil*

Inglés: *The spirit is strong, but the meat is poor*

Interpretación:

*El vodka es bueno, pero el filete está podrido*

- Reconocer a través de la voz movimientos de ajedrez
- Determinar información a partir de noticias de prensa

Noticia en la prensa:

**Popes Death Shakes the Vatican**

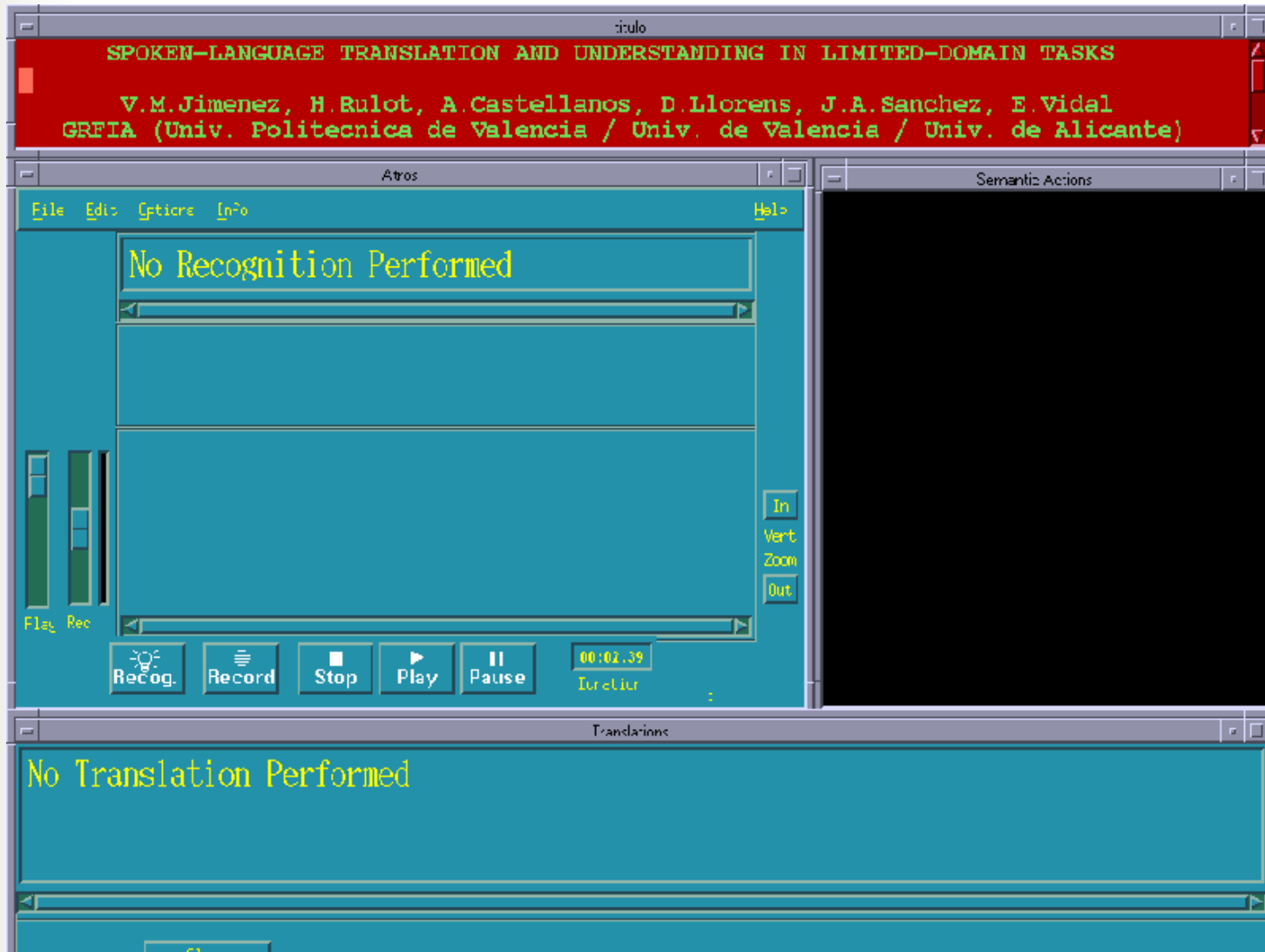
*(La muerte del Papa sacude (hace temblar) al Vaticano)*

Traducción:

**Un terremoto en Italia se cobra una única víctima**

- Grandes limitaciones y errores garrafales

# ■ Reconocimiento de voz (Valencia - UPV)



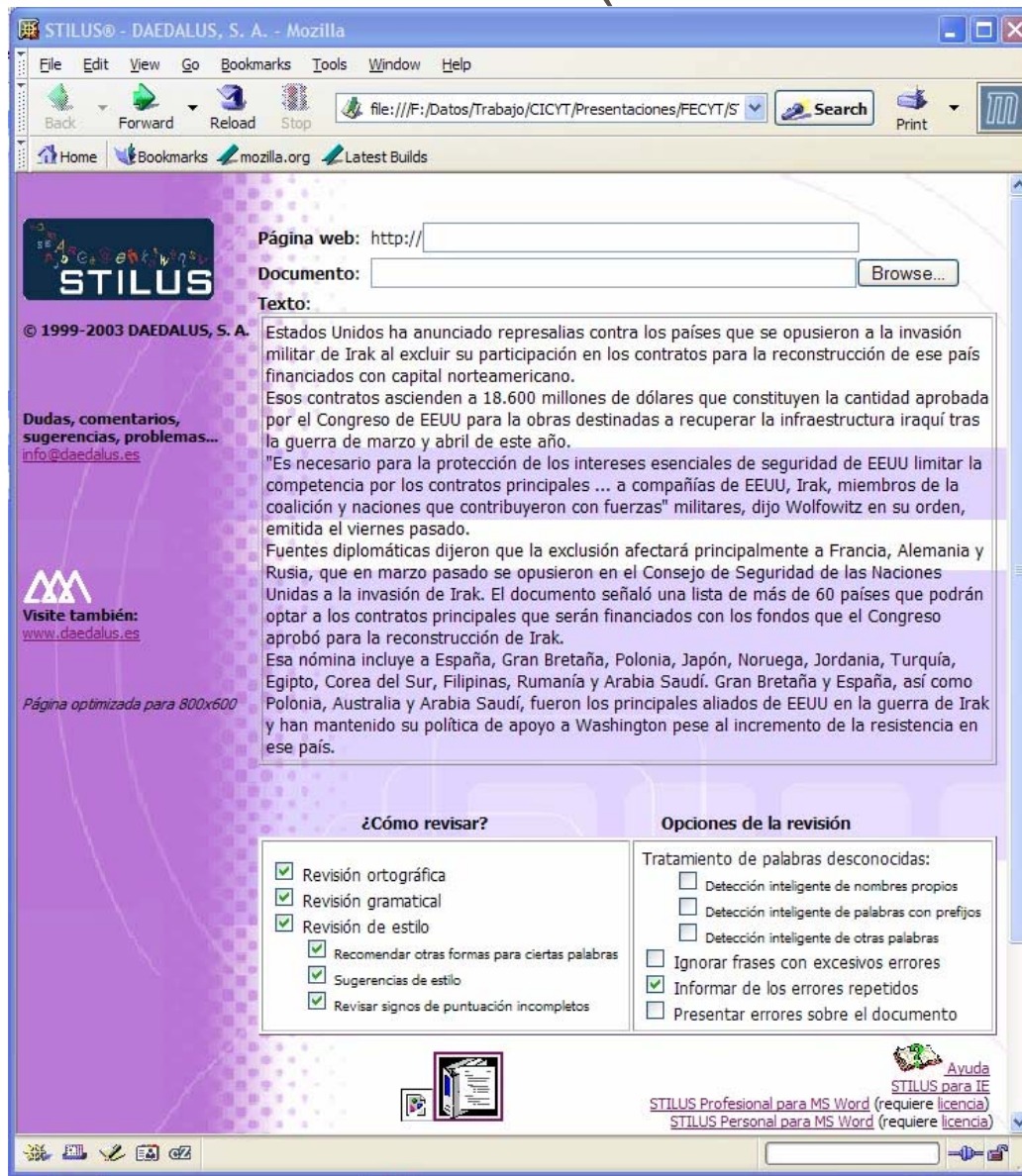
The screenshot shows a software application window titled "titulo" with a red header bar containing the text: "SPOKEN-LANGUAGE TRANSLATION AND UNDERSTANDING IN LIMITED-DOMAIN TASKS" and "V.M.Jimenez, H.Rulot, A.Castellanos, D.Llorens, J.A.Sanchez, E.Vidal GRFIA (Univ. Politecnica de Valencia / Univ. de Valencia / Univ. de Alicante)".

The main interface is divided into several sections:

- Atros:** A menu bar with "File", "Edit", "Options", "In?", and "Help".
- Recognition Area:** A large text box displaying "No Recognition Performed". Below it are two empty text boxes and a scroll bar.
- Controls:** A set of buttons including "Recog." (with a microphone icon), "Record", "Stop", "Play", and "Pause". A timer shows "00:02.39" and the text "Iterativ" is visible.
- Semantic Actions:** A large black area on the right side of the window.
- Translations:** A section at the bottom displaying "No Translation Performed".

Additional elements include a "File Rec" section with two vertical sliders on the left and "In", "Vert", "Zoom", and "Out" buttons on the right side of the main text area.

# ■ Corrección de textos (Madrid – UPM)



The screenshot shows the STILUS software interface. The main window displays a document with the following text:

**Página web:** http://  
**Documento:**    
**Texto:**

Estados Unidos ha anunciado represalias contra los países que se opusieron a la invasión militar de Irak al excluir su participación en los contratos para la reconstrucción de ese país financiados con capital norteamericano. Esos contratos ascienden a 18.600 millones de dólares que constituyen la cantidad aprobada por el Congreso de EEUU para la obras destinadas a recuperar la infraestructura iraquí tras la guerra de marzo y abril de este año. "Es necesario para la protección de los intereses esenciales de seguridad de EEUU limitar la competencia por los contratos principales ... a compañías de EEUU, Irak, miembros de la coalición y naciones que contribuyeron con fuerzas" militares, dijo Wolfowitz en su orden, emitida el viernes pasado. Fuentes diplomáticas dijeron que la exclusión afectará principalmente a Francia, Alemania y Rusia, que en marzo pasado se opusieron en el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas a la invasión de Irak. El documento señaló una lista de más de 60 países que podrán optar a los contratos principales que serán financiados con los fondos que el Congreso aprobó para la reconstrucción de Irak. Esa nómina incluye a España, Gran Bretaña, Polonia, Japón, Noruega, Jordania, Turquía, Egipto, Corea del Sur, Filipinas, Rumanía y Arabia Saudí. Gran Bretaña y España, así como Polonia, Australia y Arabia Saudí, fueron los principales aliados de EEUU en la guerra de Irak y han mantenido su política de apoyo a Washington pese al incremento de la resistencia en ese país.

**¿Cómo revisar?**

- Revisión ortográfica
- Revisión gramatical
- Revisión de estilo
  - Recomendar otras formas para ciertas palabras
  - Sugerencias de estilo
  - Revisar signos de puntuación incompletos

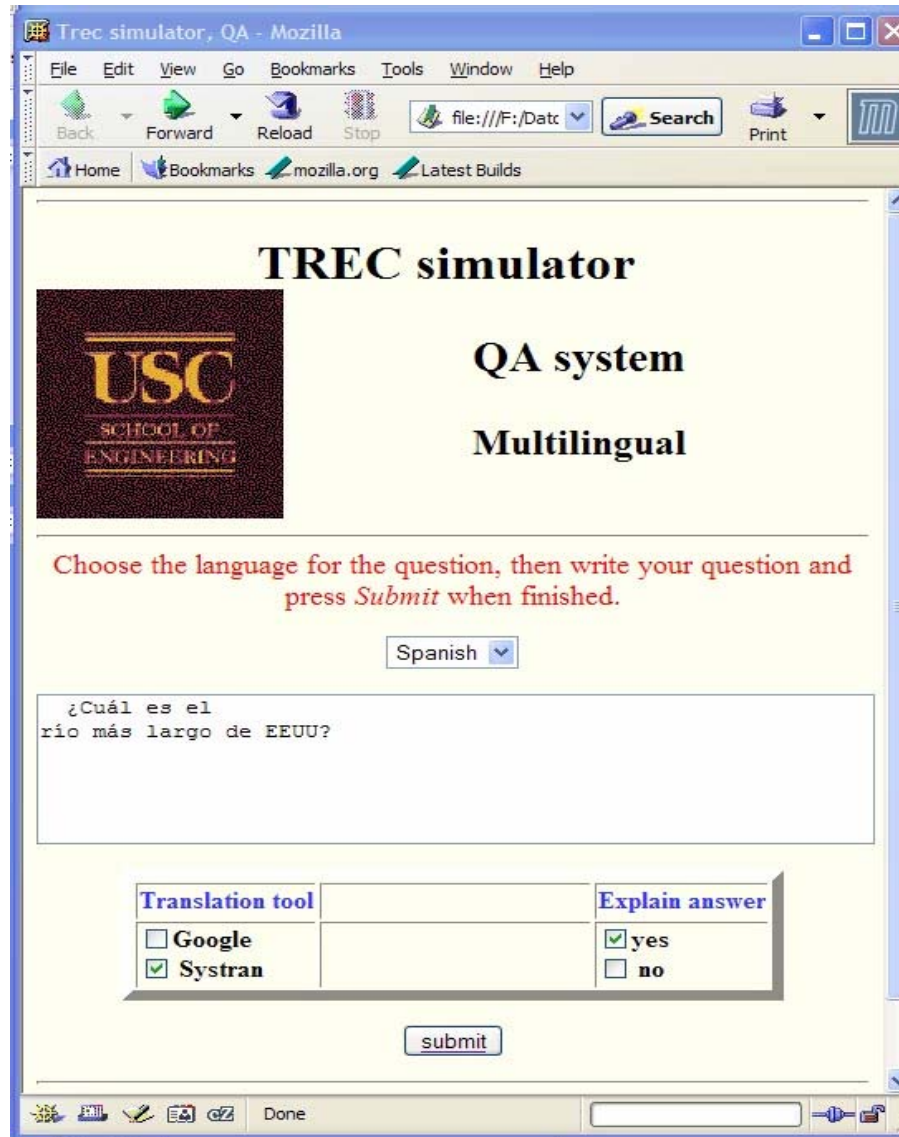
**Opciones de la revisión**

Tratamiento de palabras desconocidas:

- Detección inteligente de nombres propios
- Detección inteligente de palabras con prefijos
- Detección inteligente de otras palabras
- Ignorar frases con excesivos errores
- Informar de los errores repetidos
- Presentar errores sobre el documento

At the bottom of the interface, there are links for "Avuda STILUS para IE", "STILUS Profesional para MS Word (requiere licencia)", and "STILUS Personal para MS Word (requiere licencia)".

# ■ Respuestas en Internet (Trec/Clef – UNED)



The screenshot shows a Mozilla browser window titled "Trec simulator, QA - Mozilla". The browser's address bar shows "file:///F:/Datc". The page content includes:

- TREC simulator** (main heading)
- QA system** (sub-heading)
- Multilingual** (sub-heading)
- A USC School of Engineering logo on the left.
- Instructions: "Choose the language for the question, then write your question and press *Submit* when finished."
- A language dropdown menu set to "Spanish".
- A text input field containing the question: "¿Cuál es el río más largo de EEUU?"
- A "Translation tool" section with checkboxes for "Google" (unchecked) and "Systran" (checked).
- An "Explain answer" section with checkboxes for "yes" (checked) and "no" (unchecked).
- A "submit" button at the bottom.

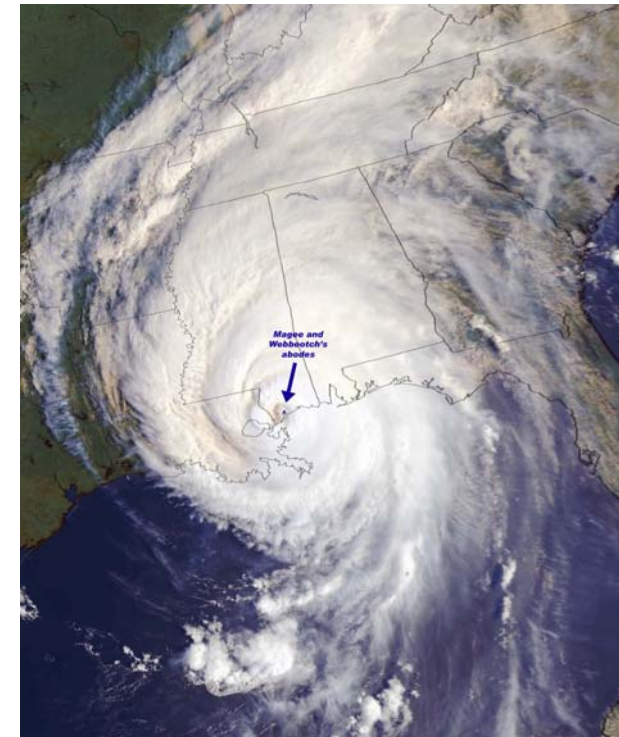
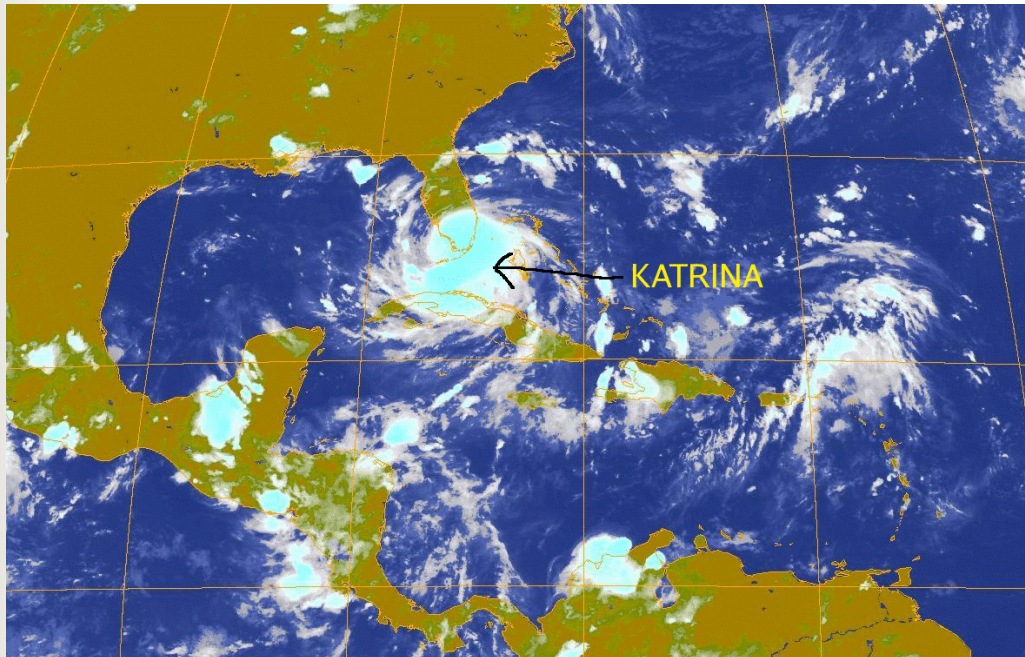
The browser's status bar at the bottom shows "Done" and a search bar.

Desafío:  
**Modelar cualquier  
fenómeno físico de la  
naturaleza**

- Los fenómenos físicos pueden modelarse matemáticamente y ejecutarse en un computador.
- Requieren de muchas variables para ser fiables.
- Requieren de altos conocimientos informáticos y del área donde se aplican.
- Necesitan una enorme potencia de cómputo: supercomputadores.
- Áreas: Climatología, mecánica, aviónica, física nuclear, órganos del cuerpo humano, ...

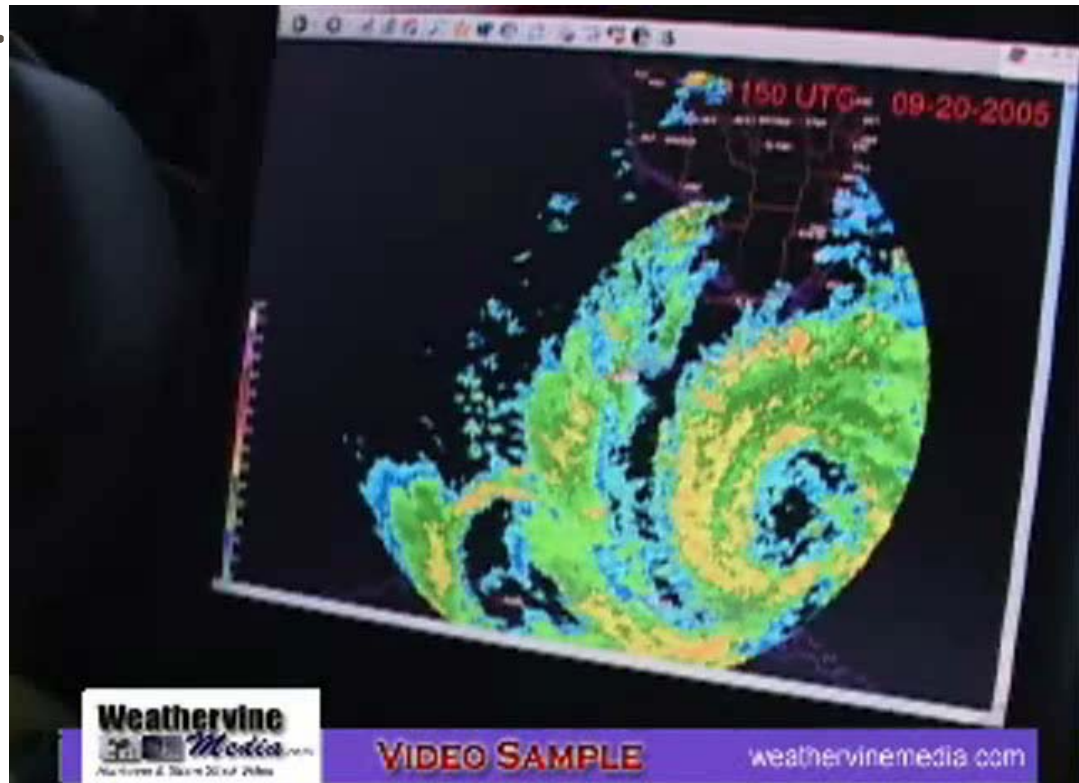
# Informática y el clima

- Modelar comportamientos, por ejemplo el de un huracán o un tsunami, para prever su comportamiento.



# Informática y el clima

- Los computadores ayudan a predecirlos y, por tanto, mejorar las alarmas, minimizar los daños y, quizás, modificar su comportamiento.

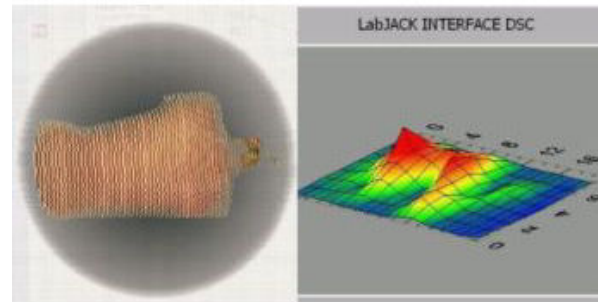
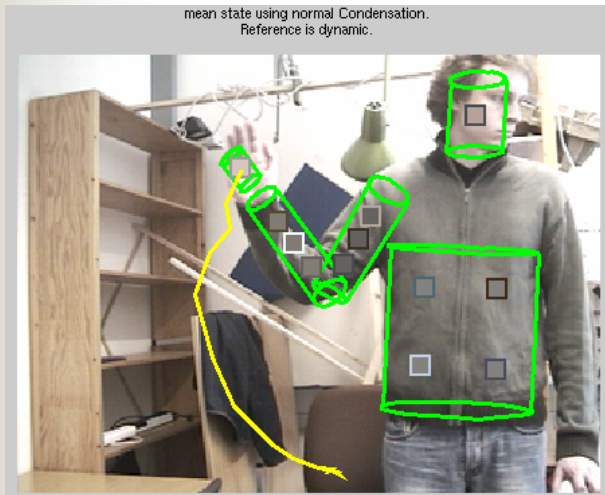


# Supercomputador Mare Nostrum

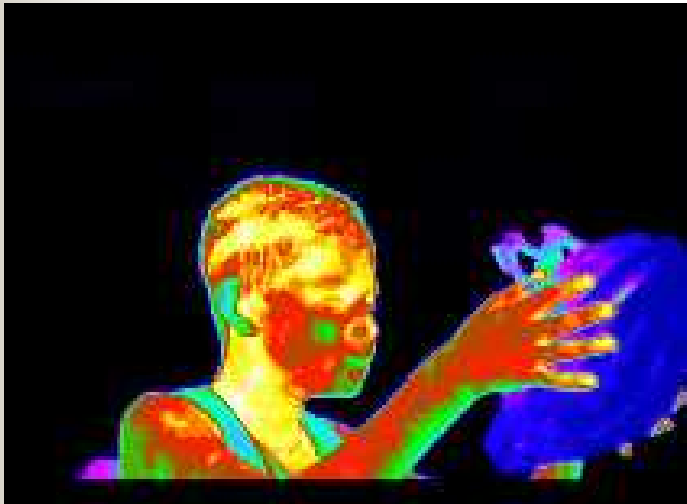
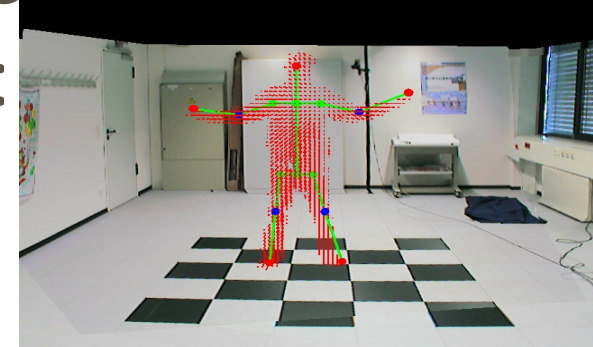
- Instalado en Barcelona: BSC
- El más potente de Europa.
- El segundo más potente del mundo



# Desafío: Crear imágenes totalmente reales



- El tratamiento de imágenes combina muchas técnicas:
  - Modificación de imágenes.
  - Creación de vídeos.
  - Comprensión (deben ocupar poco).



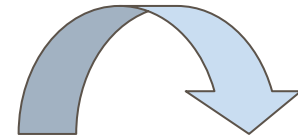




Esto es lo que se rueda,  
con un fondo en blanco



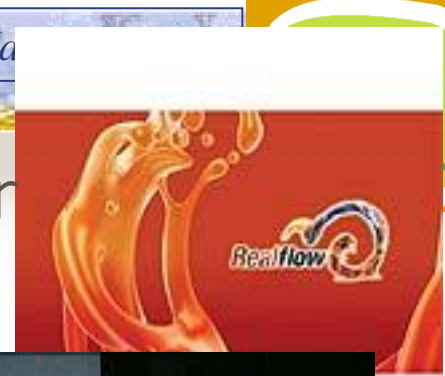
El computador simula  
el comportamiento  
del agua



Finalmente se le da  
el aspecto real



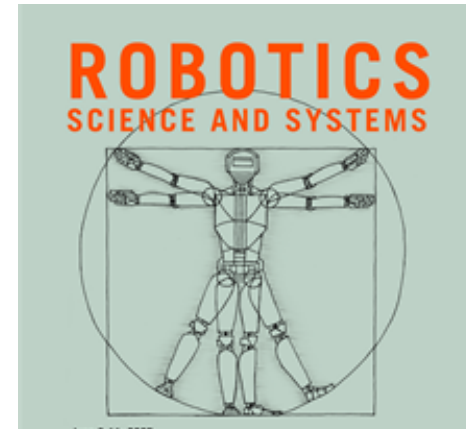
- Todos los efectos están creados por la empresa española Next Limit.
- Oscar tecnológico 2008.



- *Los 300, El Guardián, El Señor de los Anillos, Matrix Reloaded, Ice Age 2,...*



# Desafío: Robots muy parecidos a los humanos

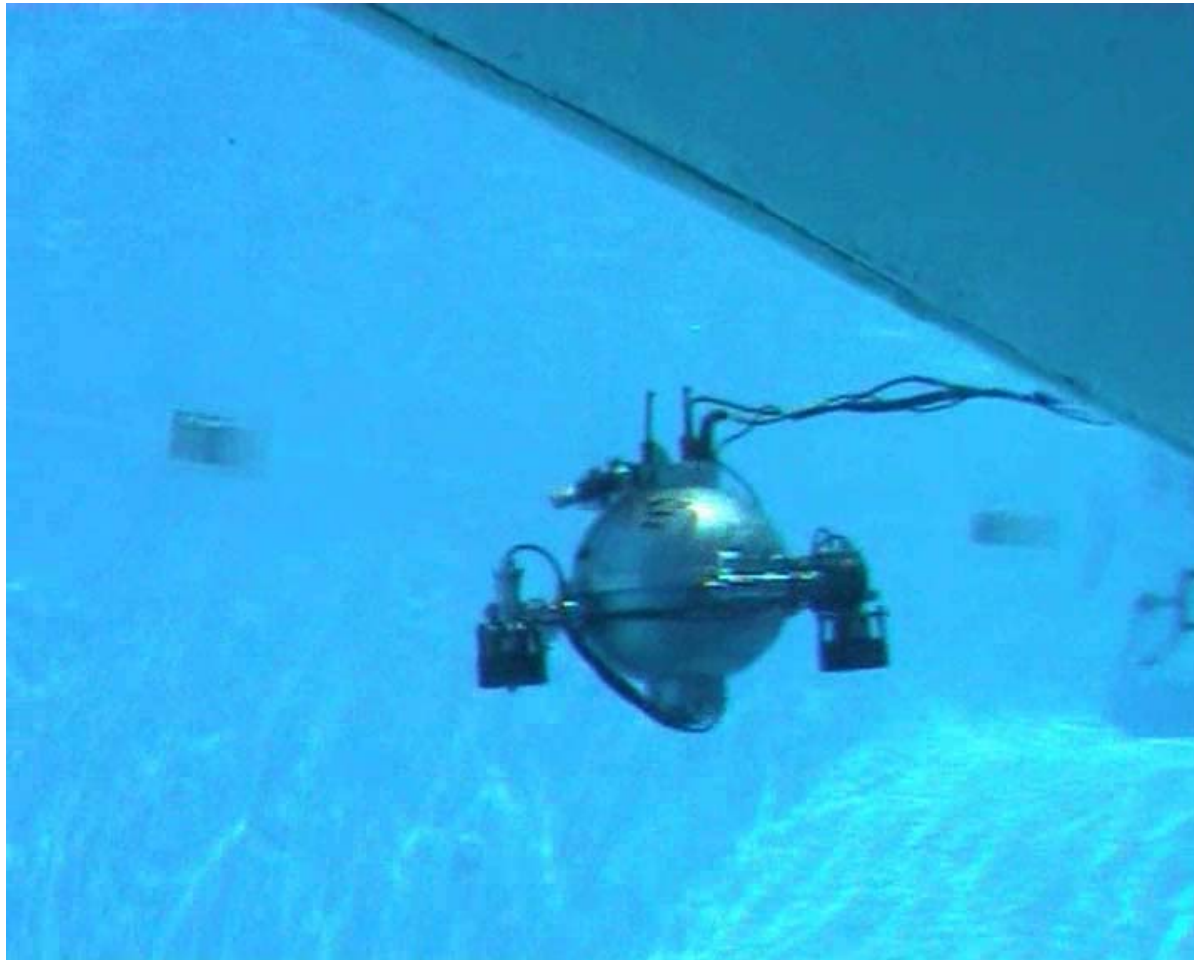


- Los robots remplazan a los humanos en tareas complicadas para ellos:
  - Arriesgadas: Un humano correría peligro (radiación, bajo el agua, tóxicos, ...)
  - Necesitan una precisión o comportamiento que solo unos cuantos humanos disponen (robots que operan, movimientos milimétricos, ...)
  - Realizan tareas que los humanos no quieren hacer (mascotas, ayudas a discapacitados, ...)
- Combinan muchas tecnologías: visión, movimiento, inteligencia artificial, habla, etc.

- Robots lunares de la NASA en la Mars Orbiter Climate.



- Robots acuáticos para inspección y limpieza de presas, barcos, fondos marinos, ...  
Realizados en la Universidad de Girona.



- Robots humanoides. Servirán de ayuda al hombre (discapacitados o ancianos, guías turísticos, tareas complejas, ...) Lo más difícil es modelar el comportamiento humano (caminar, movimientos, expresiones, ...)

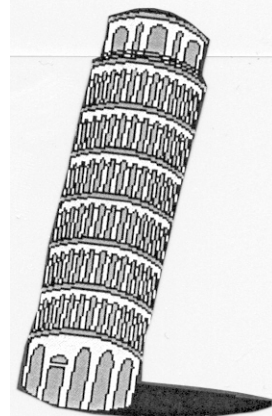


- Robots mascotas: No manchan, ni comen, se les apaga en vacaciones, ...



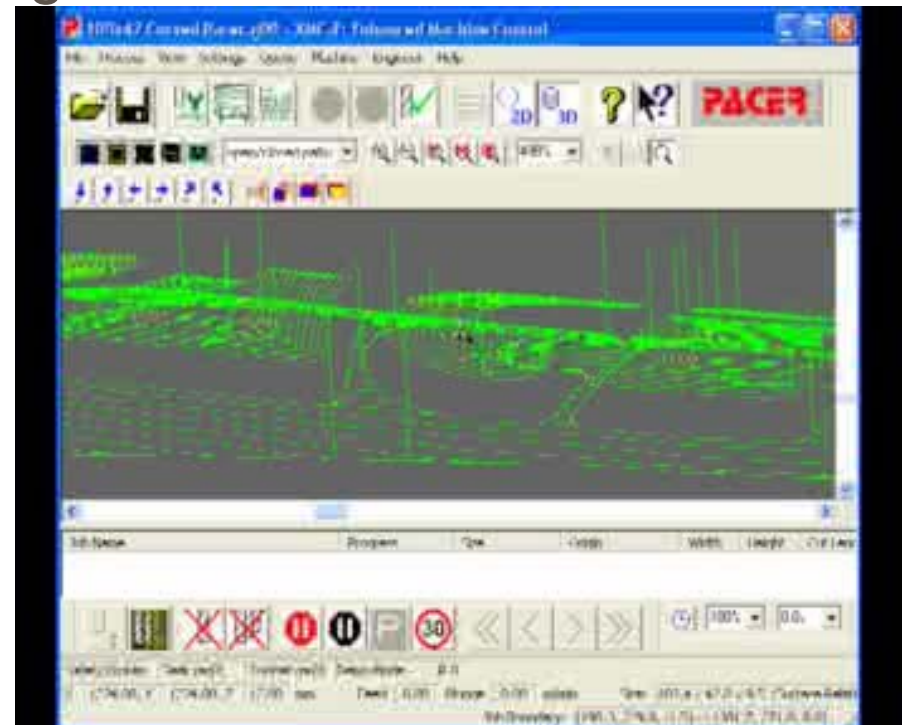
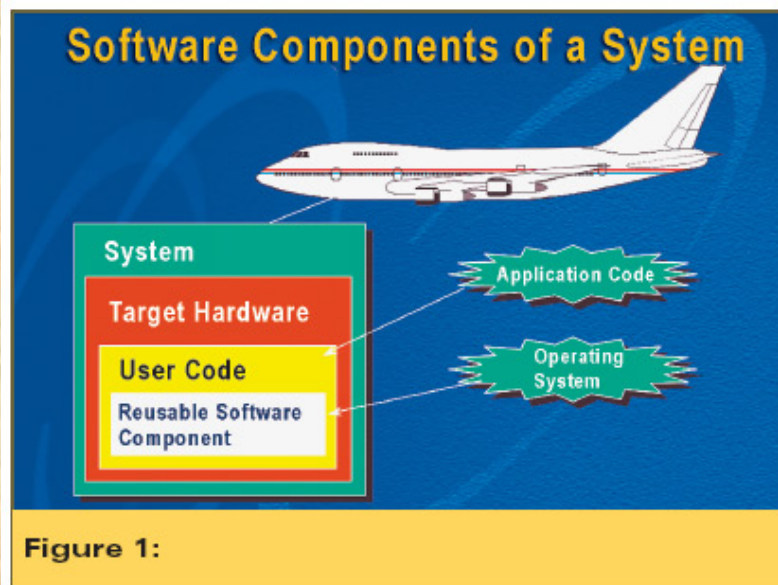
Desafío:  
**Desarrollar software  
completamente correcto**

- El mercado del Software en el mundo ronda los 200 millardos €, un 1/3 en Europa.
- Los sistemas software están presentes en todo nuestro entorno y controlando aspectos importantes de nuestras vidas: sistemas bancarios, comunicaciones, transportes, medicina, etc.
- Desgraciadamente muchos de estos sistemas funcionan mal: Se analizan y desarrollan incorrectamente.



# Software en aviones

- Los aviones son máquinas complejas donde una cantidad enormes de funciones están controladas por software.
- Un 45% del gasto de investigación en el diseño de un avión es Software.

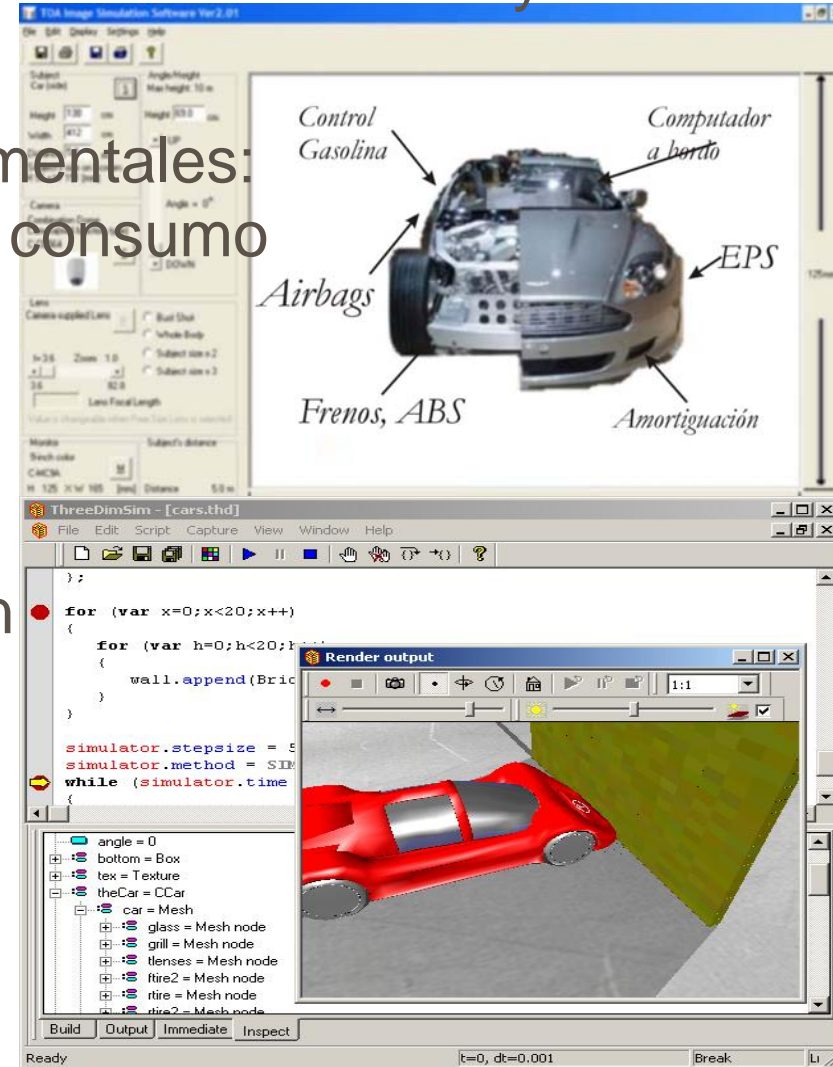


- Por ejemplo, el nuevo AIRBUS A380 necesita 225.000 líneas de código en C.
- Pero debe estar completamente probado, por seguridad y por necesidad. ¿Os imagináis que en pleno vuelo, un avión deba de parar pues tiene que actualizar su SW pues se ha descubierto un error y hay que arreglarlo como pasa con Windows?



# Software en automóviles

- Un moderno automóvil lleva instalado más de 4GB de software (por ejemplo, todo Windows son 40GB y Word solo 1,1MB) .
- El Software controla tareas fundamentales:
  - Frenos
  - ABS
  - Control de tracción
  - Control de consumo
  - Airbags
  - EPS
- Un 35% del gasto de investigación en la industria del automóvil es en Software.



# Otros medios de transporte

- Los trenes de alta velocidad (AVE) pueden ir a velocidades superiores a los 300Km hora. Un conductor humano no puede controlar su funcionamiento y seguridad. Lo hace un programa software.
- Actualmente este Software se prueba con un sistema de prueba y fallo: Debe recorrer X Kilómetros sin presentar ninguna deficiencia:
  - Costoso
  - Poco fiable

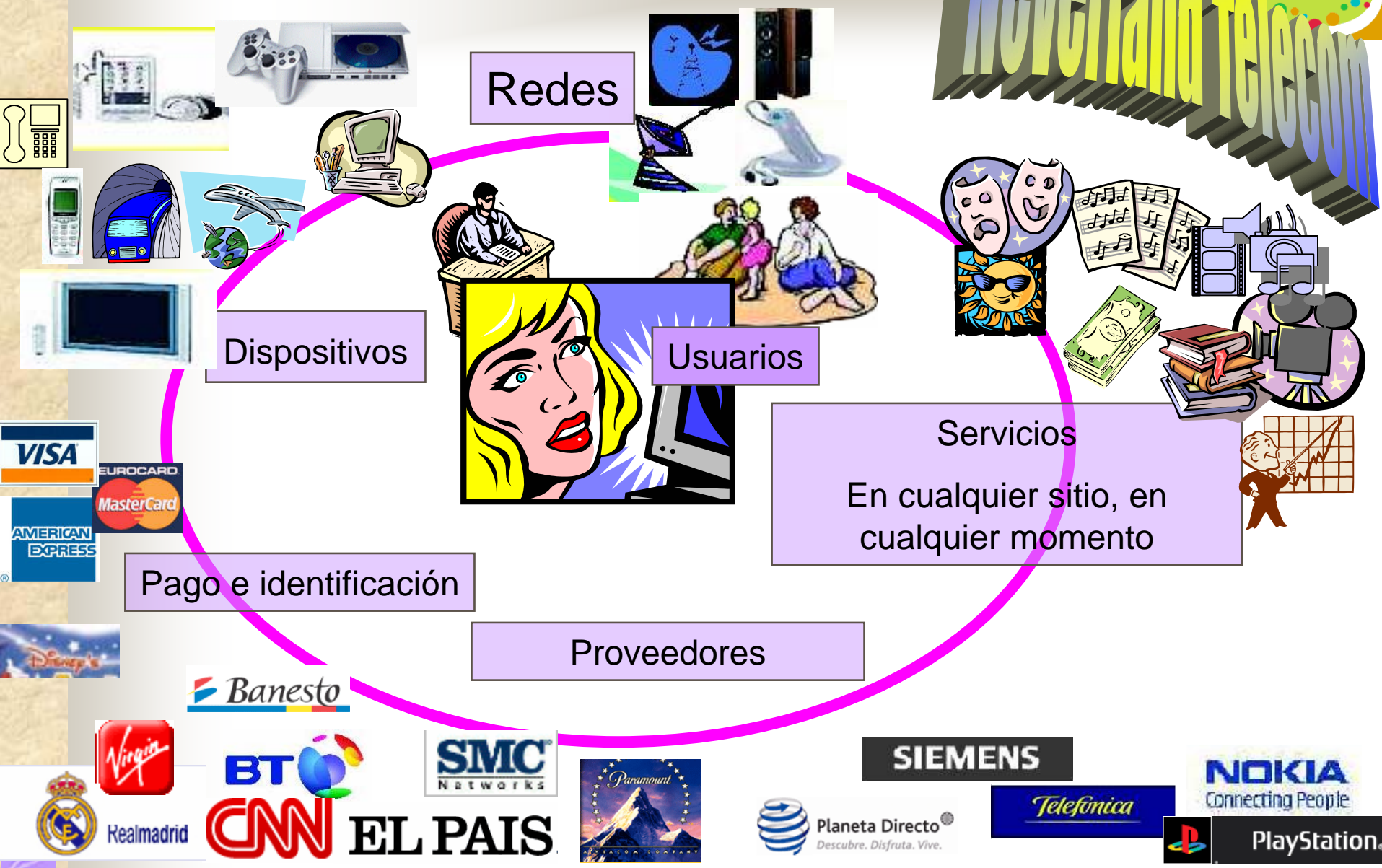


Sector	Gasto I + D	I + D en SW	Mercado	Valor añadido
<i>Aeroespacio</i>	51	45%	341	191
<i>Automoviles</i>	129	35%	1.355	705
<i>Electrónica consumo</i>	21	60%	197	110
<i>Medicina</i>	84	33%	471	280
<i>Telecomunicaciones</i>	36	65%	257	144
<i>Total</i>	321 (millardos €)		2.633 (millardos €)	1430 (millardos €)

- Fallos conocidos
  - Lanzadera Ariane 501, Agencia Espacial Europea.
  - Sondas a Marte: Mars Climate Orbiter (Nasa 98)  
Problemas con mezcla de medidas  
inglesas/decimales
  - Efecto 2000
  - Accidente de un avión de los Marines americanos año 2000 (sin supervivientes)
  - Derribo de un avión amigo por un misil Patriot en Iraq
  - Incidente Panamá: Uso de software no fiable para un dispositivo de tratamiento de cáncer que supuso la muerte de varios pacientes por sobre-exposición a la radiación. Ha llevado a sus autores a ser condenados por los tribunales

- Los fallos
  - Pueden provocar perdidas de vidas humanas.
  - Pueden provocar perdidas económicas.
  - Los servicios necesarios no funciona bien
- Corregir los fallos es muy caro:
  - Los fallos del SW son tan habituales que su coste es cercano a los 60 millardos de \$ al año. Esto es un 0.6% del PIB.
- Las aplicaciones son cada vez más complejas, en muchos dispositivos y distribuidas (no pueden probarse ni cambiarse).

# Neverland Telecom



Redes

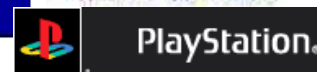
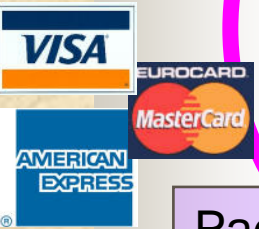
Dispositivos

Usuarios

Servicios  
En cualquier sitio, en cualquier momento

Pago e identificación

Proveedores



# Múltiples dispositivos

(Gracias al software)



## Dos maneras de abordar el problema

1. Proporcionar herramientas para comprobar que el código está bien.
2. *Corrección por construcción:*  
Proporcionar una metodología que genere código correcto desde las primeras etapas del desarrollo.

# Software para el sistema de control primario de vuelo del A340/A380

- Programa en C, generado manualmente a partir de una especificación de alto nivel.
- A340: 75.000 líneas, A380 x 3
- Validación con técnicas y software convencional: 3.5 días, detectó errores pero 4.200 falsas alarmas.
- Con una herramienta de interpretación abstracta: 40 minutos/7 horas, detectó todos los errores anteriores (y más) con 0 falsas alarmas



# Línea 14 del metro de París

- Completamente automatizada (tráfico y trenes)
- Se usó la corrección por construcción  
100.000 líneas de especificación, 87.000 líneas de código Ada , 27.000 demostraciones

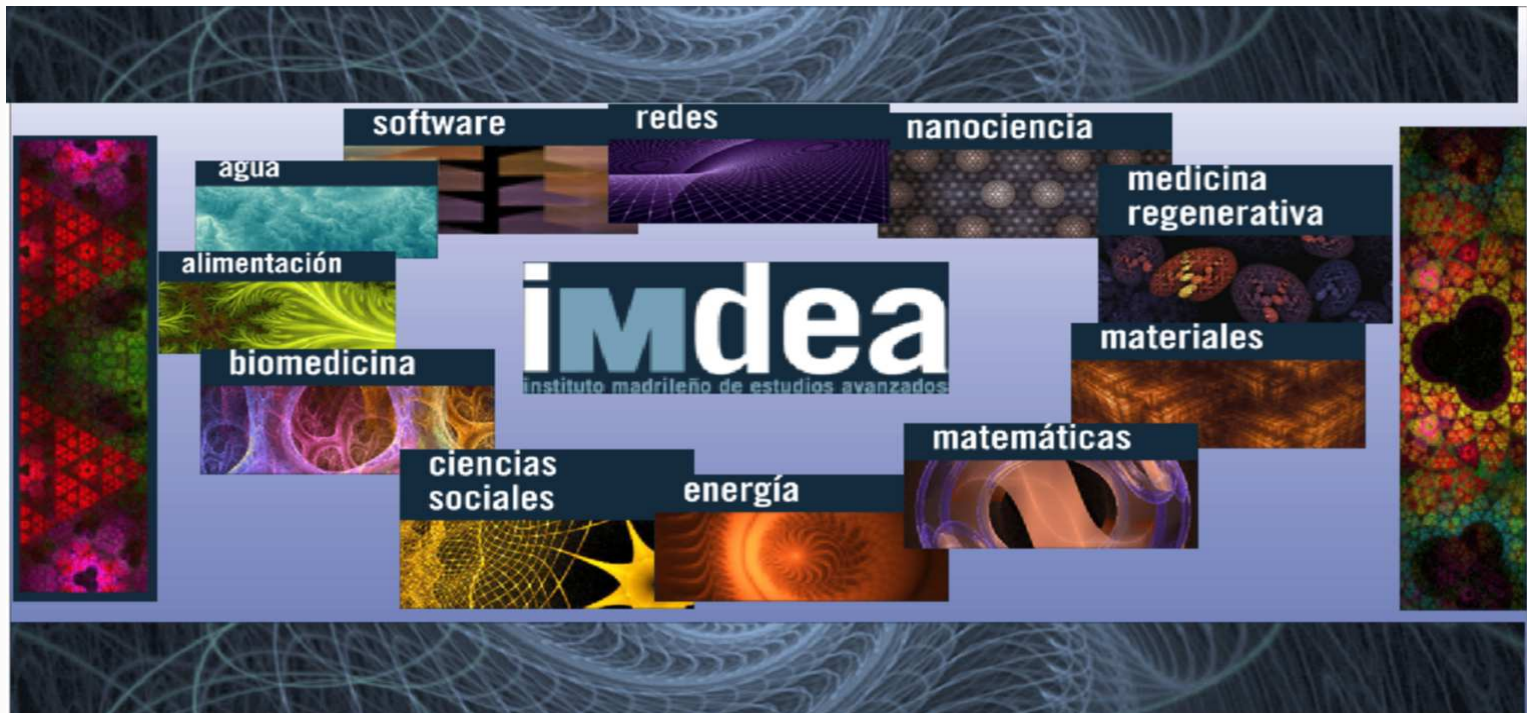
**Ningún error al validarlo  
con técnicas  
convencionales**

**¡Todavía en uso la versión  
1.0 desde Octubre 1998!**



# IMDEA Software

- Un instituto de la Comunidad de Madrid centrado en las *Tecnologías de Desarrollo de Software*.
- Clara vocación de excelencia científica



- Centro de referencia en Europa
- El primer centro de investigación en Software en España (y uno de los 3 en Informática)
- Integrado con las Universidades: UPM, URJC, UCM, CSIC y empresas: Telefónica I+D, Atos Origin, BBVA
- 100 investigadores de prestigio en 5 años

Buscamos

**apasionados por  
el software**



para unirse a uno de los centros de  
investigación más avanzados de Europa

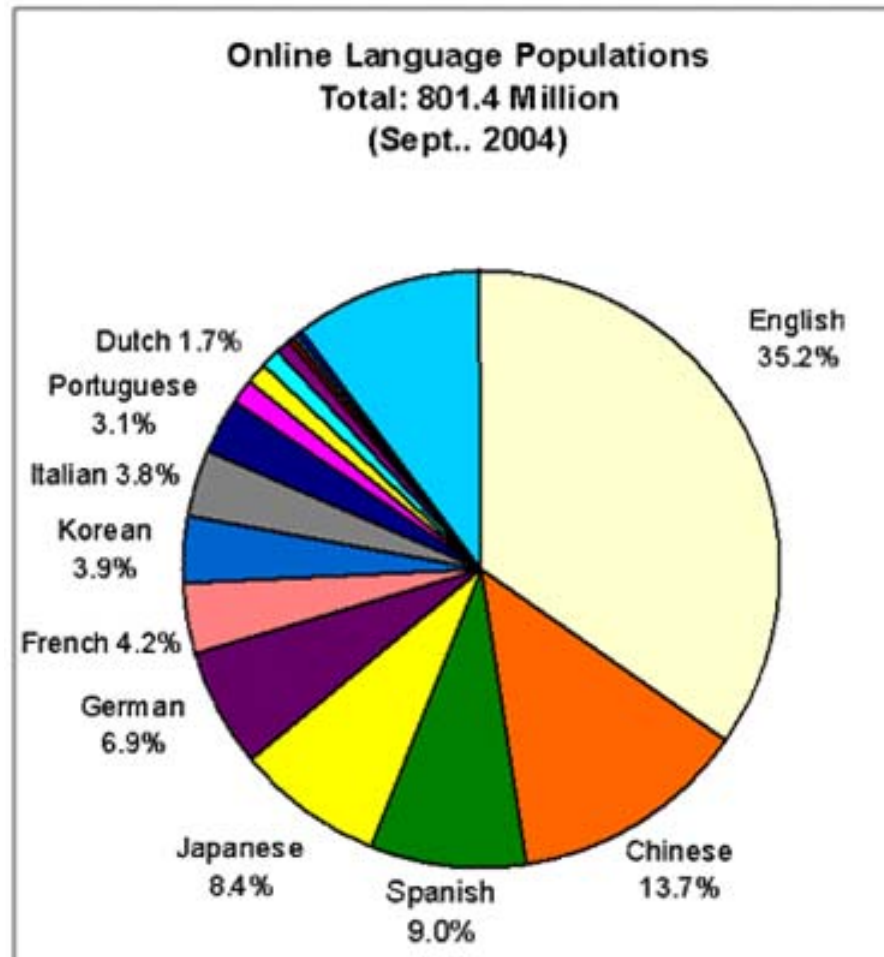
# Desafío (social): **Informática e Internet para todos**

- Internet ha ayudado a la globalización y nos permite acceder a contenidos remotos y nunca imaginados a poco coste.
- Sin embargo, Internet no está repartida equitativamente, lo que impide su beneficio para un alto porcentaje de la población del mundo.
- Tampoco está equitativamente repartida en cuanto al idioma de sus contenidos.
- Es un desafío social paliar estas limitaciones.

■ Algunos datos sobre porcentaje de la población que accede a Internet:

EEUU	69,1%	Japón	67,2%	Israel	52,0%
Canadá	67,9%	Corea Sur	67,0%	Irán	10,8%
Alemania	61,3%	Australia	70,7%	Iraq	0,1%
Inglaterra	62,5%	Brasil	14,1%	Sudáfrica	10,4%
Francia	48,4%	Argentina	26,4%	Marruecos	15,2%
España	46,3%	Méjico	17,7%	Yemen	1,1%
Suecia	74,9%	Cuba	1,7%	Albania	2,4%
UE	51,9%	China	9,4%	Malasia	2,8%
Islandia	86,8%	India	5,4%	Etiopía	0,2%
Rusia	16,5%	Paraguay	3,6%	Bangladesh	0,2%

# ■ Porcentaje de acceso a Internet según su lengua materna:



- Los que producen más SPAM
  - 1.) EEUU - 42.11%
  - 2.) Corea del Sur - 13.43%
  - 3.) China (incl Hong Kong) - 8.44%
  - 4.) Canadá - 5.71%
  - 5.) Brasil - 3.34%
  - 6.) Japón - 2.57%
  - 7.) Francia - 1.37%
  - 8.) España - 1.18%
  - 9.) Reino Unido - 1.13%
  - 10.) Alemania - 1.03%

*Hacer predicciones es difícil, especialmente las del futuro*  
*Niels Bohr (Premio Nóbel de Física, 1922)*

*Si Dios hubiera querido que el hombre volara le  
hubiera dado alas y otra cosa es una blasfemia.*  
*Volar está reservado a los pájaros y a los ángeles.*  
*Obispo Milton Wright (Padre de los hnos. Wright)*

*La mejor manera de predecir el futuro es inventarlo*  
*Alan Key / Expediente X*

*¡Ozú! !Qué miedo saber tanto!*  
*Lola Flores*

**Gracias por vuestra atención**

