

- ④ 1 Computadores Paralelos
- ④ 2 Programación basada en paso de mensajes
- 3 Técnicas básicas de programación paralela
- ②, ③, ② Compulsiva, Divide y Vencerás, Pipeline,
- ②, ④ Síncrona, Equilibrado de carga y Terminación
- ③ 4 Programación basada en memoria común
- 5 Algoritmos y aplicaciones
- ④ Ordenación, ...

1 COMPUTADORES PARALELOS



1 Necesidad de mayor capacidad de cómputo

 2 Tipos de computadores paralelos

 3 Redes directas

 4 Redes de PC's como plataforma multicomputador

 5 Posibilidades de acelerar usando varias CPU's

- ¿Se necesita más potencia que la de un superPC? 
 - Modelización predictiva y Simulaciones
 - Diseño y automatización (Proyectos de ingeniería)
 - Exploración de recursos energéticos
 - Investigación médica y militar
 - Investigación básica
 - Dibujos animados y efectos especiales
 - Realidad virtual
 - eCommerce y Web serving
- ¿De qué orden de magnitud estamos hablando “Flops”? 

¿ Big Data ?

¿ Visibilidad ?



- SDK-85 de 1977 a 250\$
- Intel 8085A
- 3MHz y 256..512 B RAM
- Usado en EUI en 1980/81



- MZ 80B de 1981 a 1100£
- Zilog Z-80A
- 4MHz y 32..64 KB RAM
- Usado en TFC en 1983

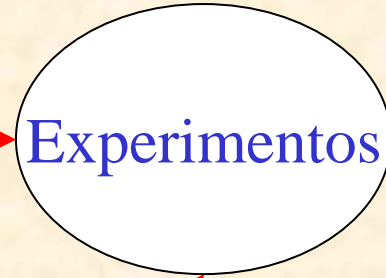
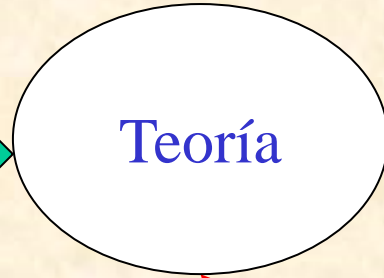
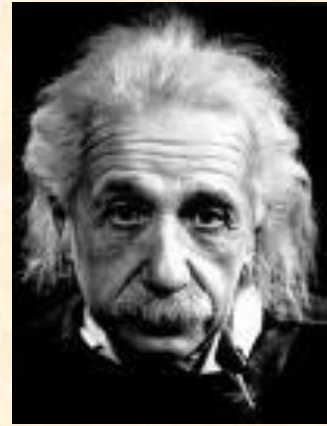
¿Algo más conocido?



- PC-XT de 1984 a 6.000€
- Intel 8080 19.000€
- 4,77MHz y 128..640 KB RAM
- Disco duro de 10 MB
- Gasto inviable en EUI 84/85

¿Qué tenemos hoy?

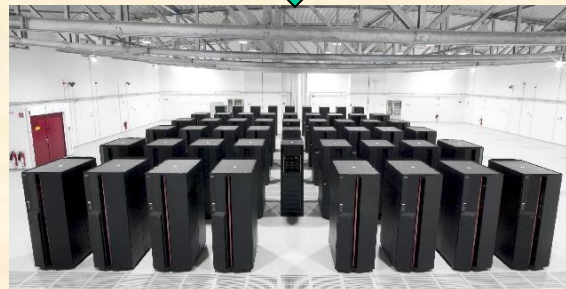




inviabile

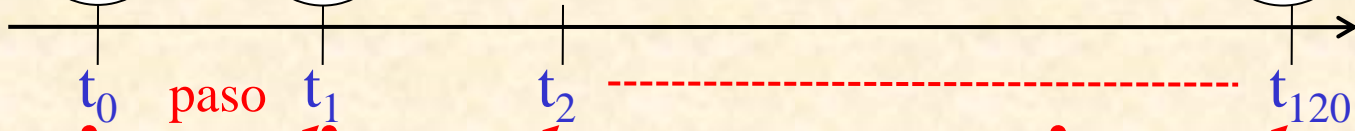
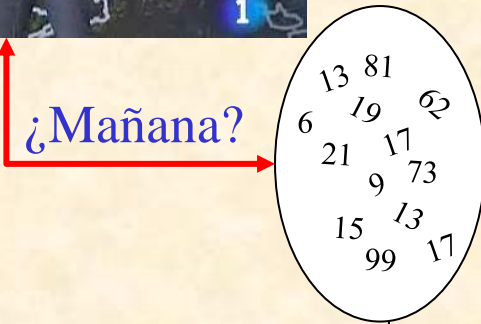
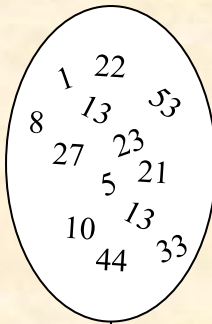
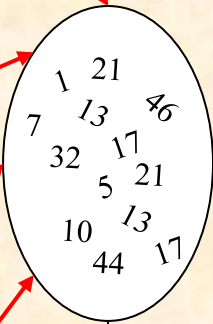
peligro

caro





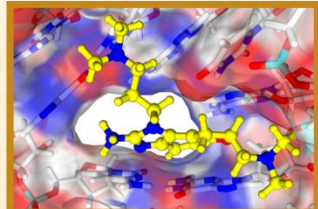
$$\frac{\delta W}{\delta t} = u \frac{\partial W}{\partial x} + v \frac{\partial W}{\partial y} + w \frac{\partial W}{\partial z}$$



100 años

12 min

1 femtoseg



Escala cósmica

Escala humana

Escala nano

¿Mañana?

Simular la realidad para entenderla: los éxitos de la supercomputación española

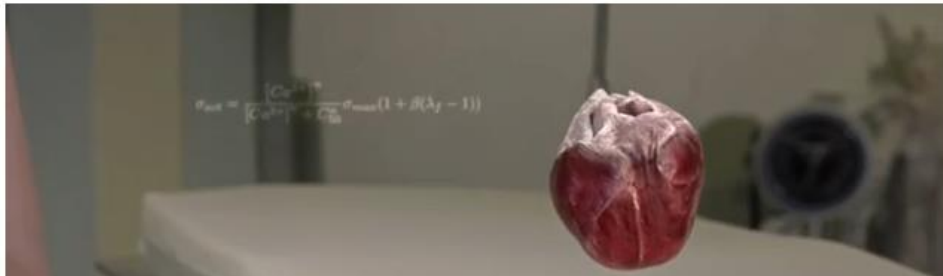
Materia | 28/01/2014 | Comentarios

Un vídeo producido por el Barcelona Supercomputing Center muestra cómo los superordenadores están cambiando la ciencia, en campos como el estudio de las proteínas clave para luchar contra el cáncer, el desarrollo de la medicina personalizada o la exploración del espacio

Más noticias de: [informática](#), [supercomputación](#)

Me gusta 58 | [g+](#) | [Twitter](#) 98

[Republicar](#) [Enviar](#) [Compartir](#) [Menear](#)



CIENCIA

El centro de datos más bello del mundo está en una antigua capilla de Barcelona

[TWITTER](#)

[COMPARTIR](#)

Por M.B. 11/12/17 - 19:17



15 al 18 de octubre de 2014

Lista de cortos seleccionados



PREMIO OCA 2014 "MUY INTERESANTE"



<https://www.youtube.com/watch?v=b5bQdTL0wAg>

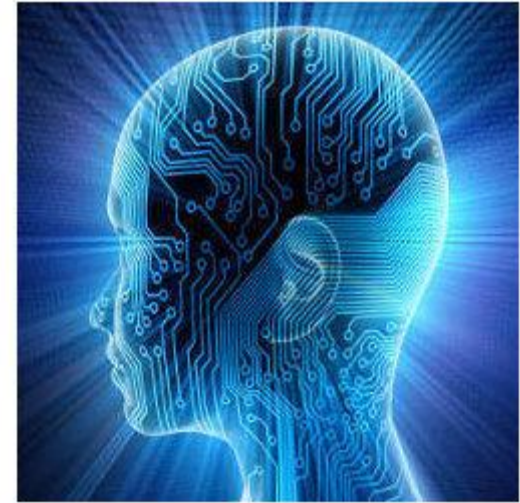
January 2, 2014

The Top Supercomputing Led Discoveries of 2013

In a Galaxy Far, Far Away...



Medical Discovery and Research



www.hpcwire.com/2014/01/02/top-supercomputing-discoveries-2013

Climate Change and Earth Science



Manufacturing and Heavy Industry



January 2, 2014

The Top Supercomputing Led Discoveries of 2013

Oil and Gas, Renewable Energy



Earthquakes, Tornadoes and Natural Disasters



www.hpcwire.com/2014/01/02/top-supercomputing-discoveries-2013

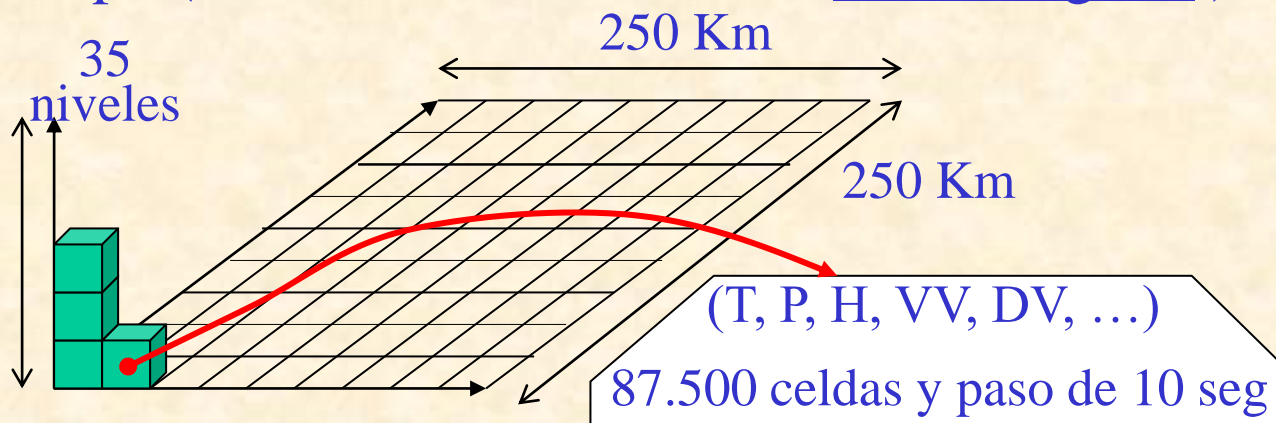
Military and Defense



Financial Markets

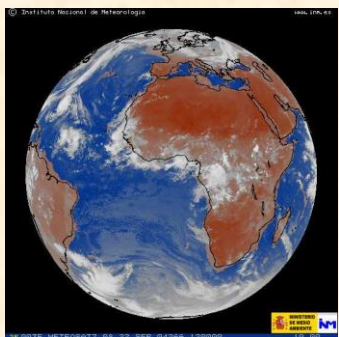


- Predicción del tiempo (CESGA: METEO 1998 www.cesga.es)



¿ Tiempo para 24 horas ? Fujitsu VPP300E => 6h30m ☹️ ¿Con un PC?

- Predicción a 3..10 días (ECMWF: www.ecmwf.int)



2003

8.300.760 celdas y paso de 20 minutos
Predicción a 10 días: Fujitsu VPP700 => 1h35min

2006

16Km • -----> 10Km

2015



¿ 180 niveles,
1Km y 0,5' ?

Nuevo supercomputador y modelo:
40 ➔ 25Km; 60 ➔ 91 niveles; 15' ➔ 12'; Op*4

- Predicción a 10 días (ECMWF: www.ecmwf.int)



IBM p6-575 2009 ..

- Fortran90+MPI+OpenMP
- Típico:
 - 32..128 tareas MPI
 - 2 o 4 threads OpenMP
- 288 núcleos “predecir”

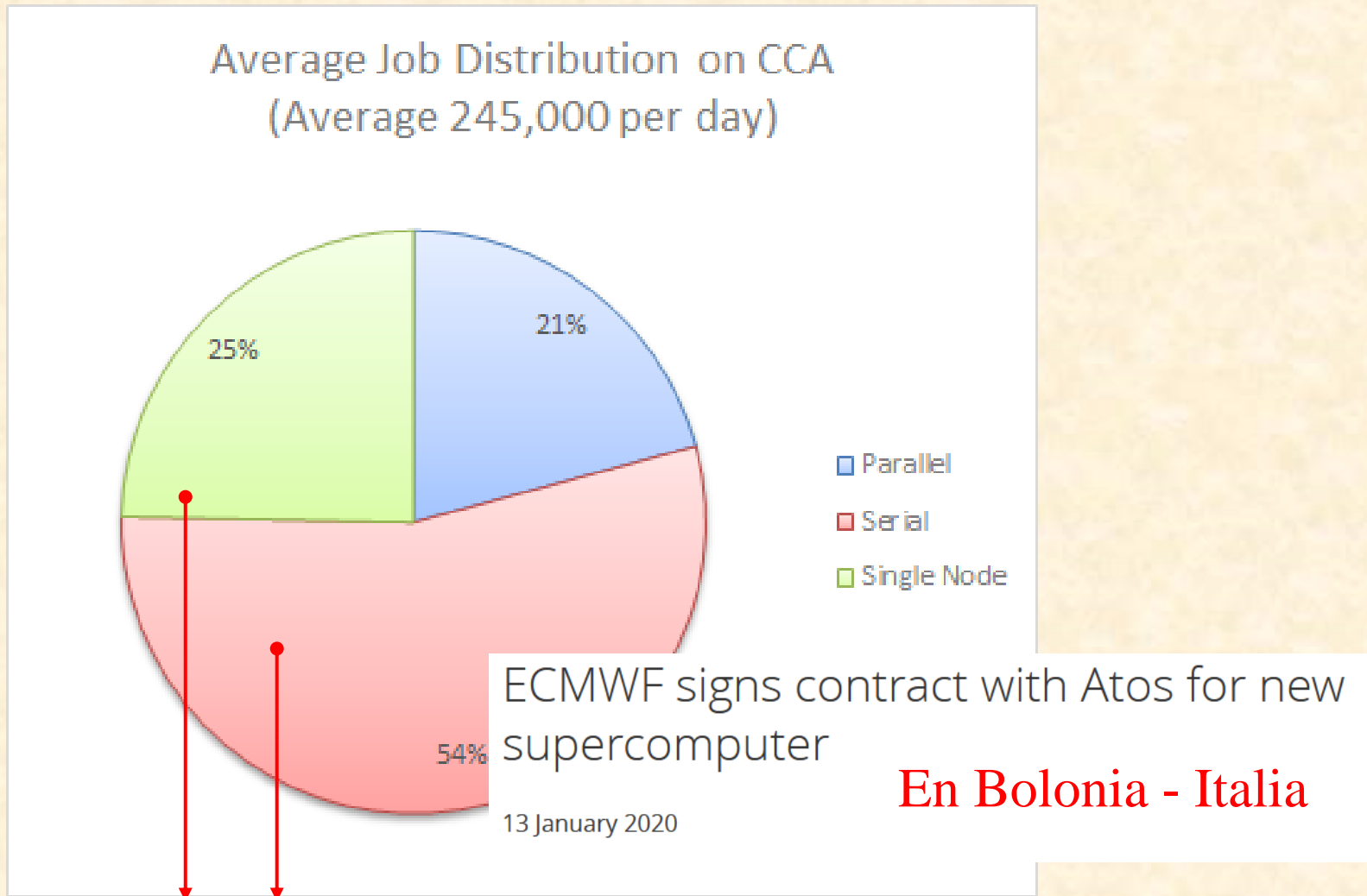
Specification	Cray-1A	IBM POWER6 System	Approx Ratio
Year installed	1978	2009 • -2011-2014- -> 2016..	
Architecture	Vector processor	Dual Cluster of scalar CPUs	
Number of CPUs	1	129.960 ² ~9,000	
Clock Speed	12.5 nsec (80 MHz)	0.21 nsec (4.7 GHz)	
Peak perf per CPU	160 MFLOPS	18.8 GFLOPS	
Peak perf per system	160 MFLOPS	8.499 ~320 TFLOPS	
Sustained performance	~50 MFLOPS	~20 TFLOPS	
Memory	8 MBytes	900 ~40 TBytes	
Disk Space	2.5 GBytes	10 ~1.2 PBytes	



#17 y #18

- Jun/2016: Nuevo sistema “2 x Cray XC40” => #63 y #64 en TOP500

- Predicción a 10 días (ECMWF: www.ecmwf.int)



¡ \approx 1% de las prestaciones del sistema !

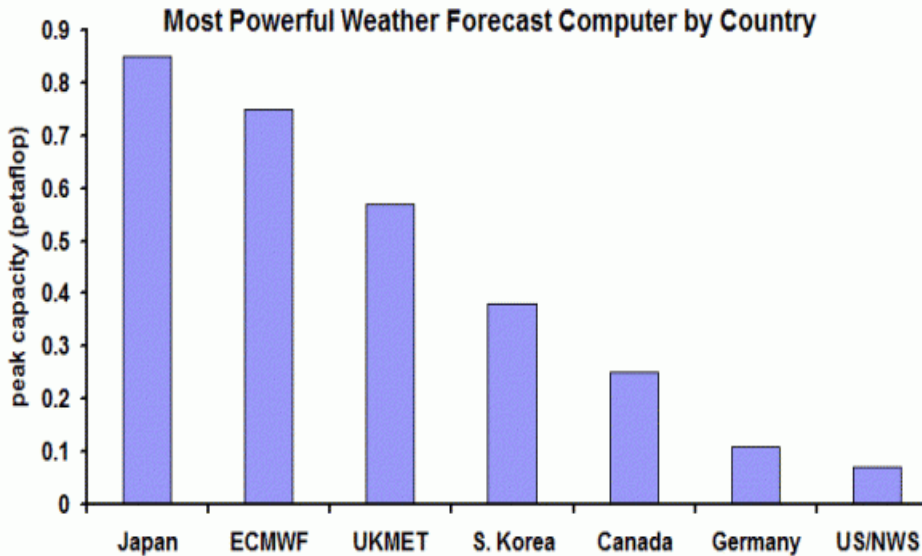
<http://zoomradar.com/blog/?p=2029>

The Weather Professor

American vs. European Weather Models

March 19, 2013 3:34 pm

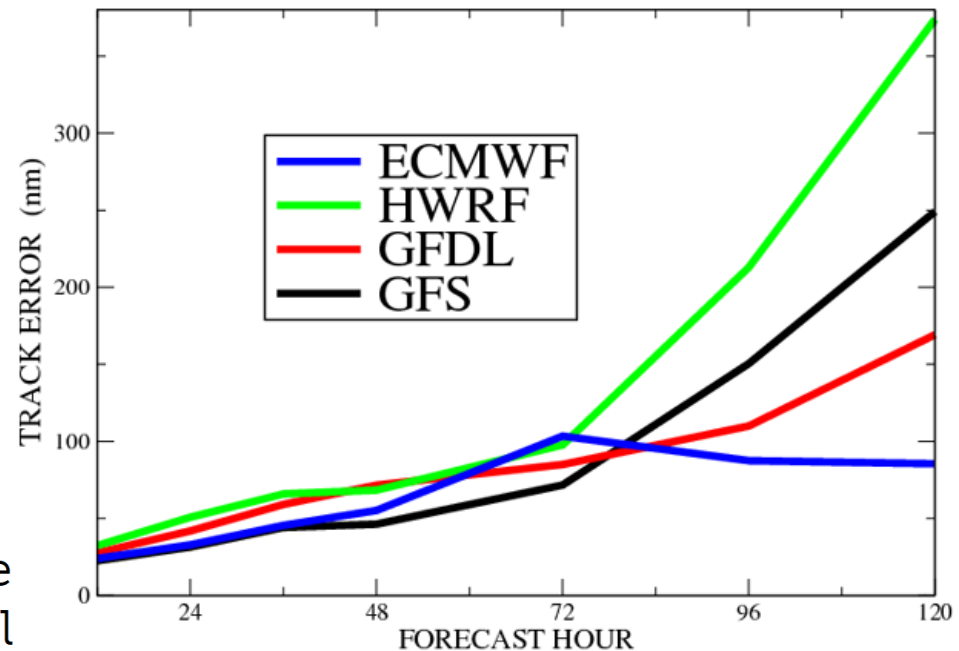
By Tyler Castillo



23/Oct/2012

HURRICANE Sandy (Track error)

Number of cases : (28, 26, 24, 22, 18, 14, 10)



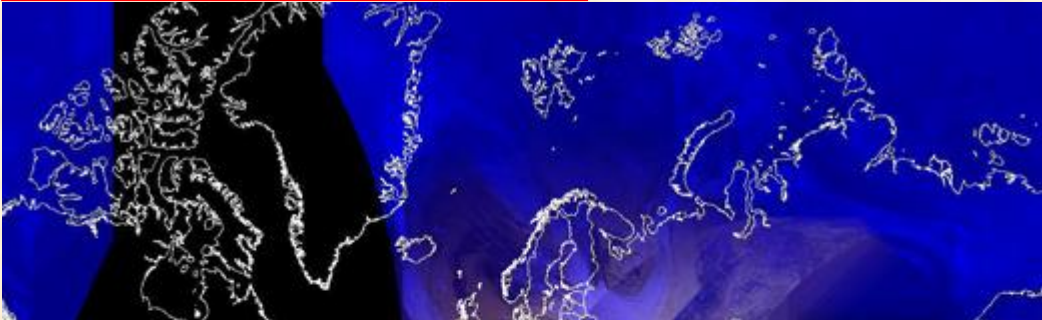
15/Sep/2017 7 vs 5 días
Hurricane Irma again demonstrated the inferiority of the top U.S. weather model

IEEE CISE Ene/Feb 2019

Hurricane season. Europe occupies the lead in global medium-range weather forecasting since 40 years (see <https://mashable.com/2017/09/14/>)

- **Prensa 9/11/11:** Los satélites que miran de cerca atinan la predicción meteorológica

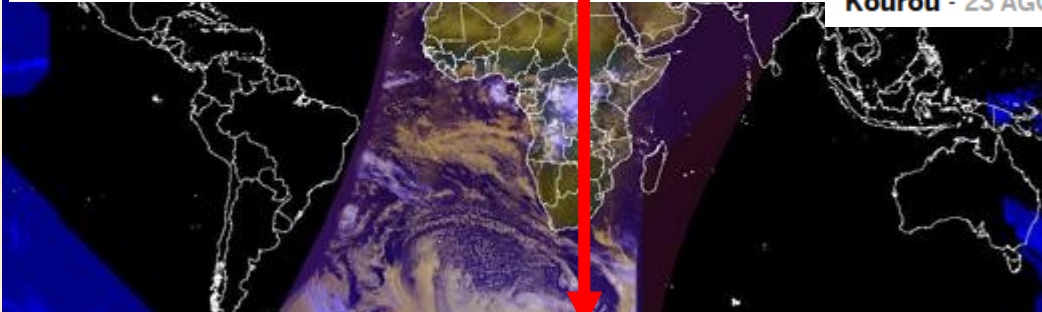
Imagen del Metop A



Estudio INME 2001

- Detectan el **80%** de las lluvias significativas [Llueve algo]
- Sólo detectan el **25%** de las fuertes lluvias [+10 litros/24h]

La ESA lanza el ‘Aeolus’ para estudiar los vientos de la Tierra desde el espacio



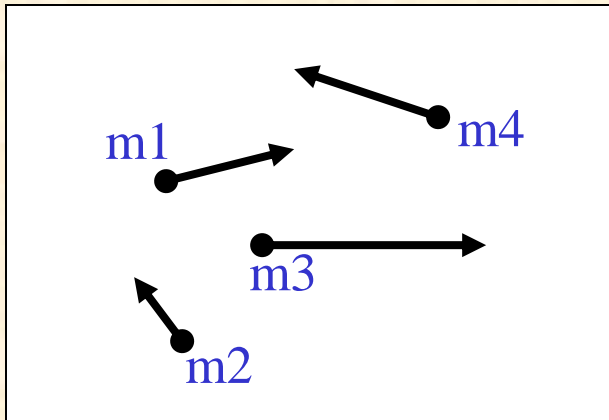
BRUNO MARTÍN 
Kourou - 23 AGO 2018 - 10:49 CEST

Kurú, Guayana Francesa. Los científicos esperan que Aeolus —nombrado así por el personaje mitológico griego Eolo, Señor de los Vientos— mejore drásticamente las predicciones del tiempo, ya que actualmente el viento es el parámetro meteorológico peor estudiado. Gracias a un **instrumento puntero** compuesto por

	1980	2010
A 3 días	85%	98%
A 5 días	65%	90%
Distancia	36.000Km	800Km

Mejora la predicción un día por década

- “N-body” Interacción de astros en el espacio (galaxia)



Complejidad $O(N^2) \Rightarrow O(N \log_2 N)$

Galaxia $\Rightarrow 10^{11}$ estrellas

Una interacción en 100 nseg.

Una iteración (24 horas) \Rightarrow horas PC

¿ Seguro ? \Rightarrow ¿ Qué memoria se necesitaría ?

(Gravity): Un simulador para pocos cuerpos:

<ftp://io.cc.gettysburg.edu/pub/misc/pc/gravity.zip>



<http://www.nowykurier.com/toys/gravity/gravity.html>

http://phet.colorado.edu/sims/my-solar-system/my-solar-system_en.html

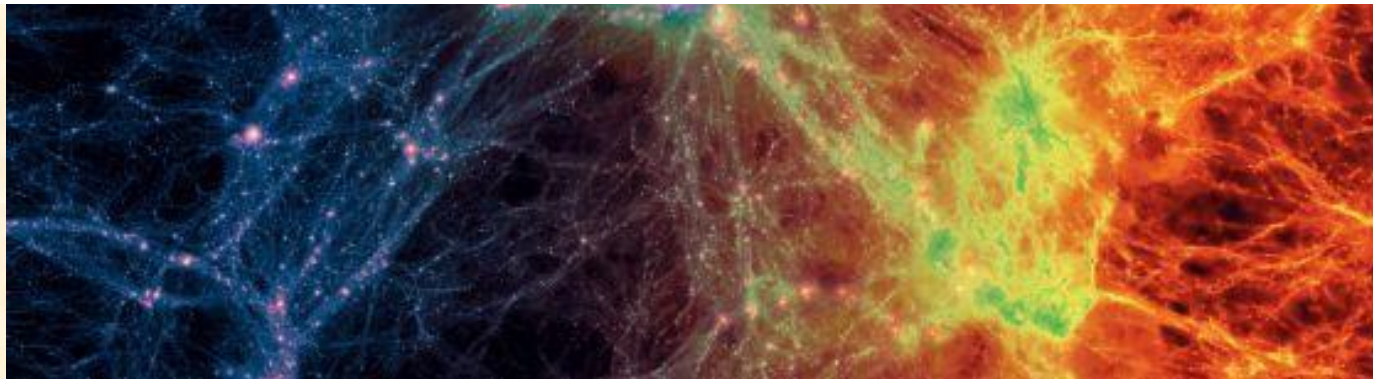
Un Universo virtual que se parece mucho a la realidad

MALEN RUIZ DE ELVIRA | Madrid | 8 MAY 2014



Científicos chinos crean el universo virtual más grande hasta la fecha

Publicado el 31 julio, 2017 por Isidro Ros ¡ 1 hora con casi 10.649.600 cores !

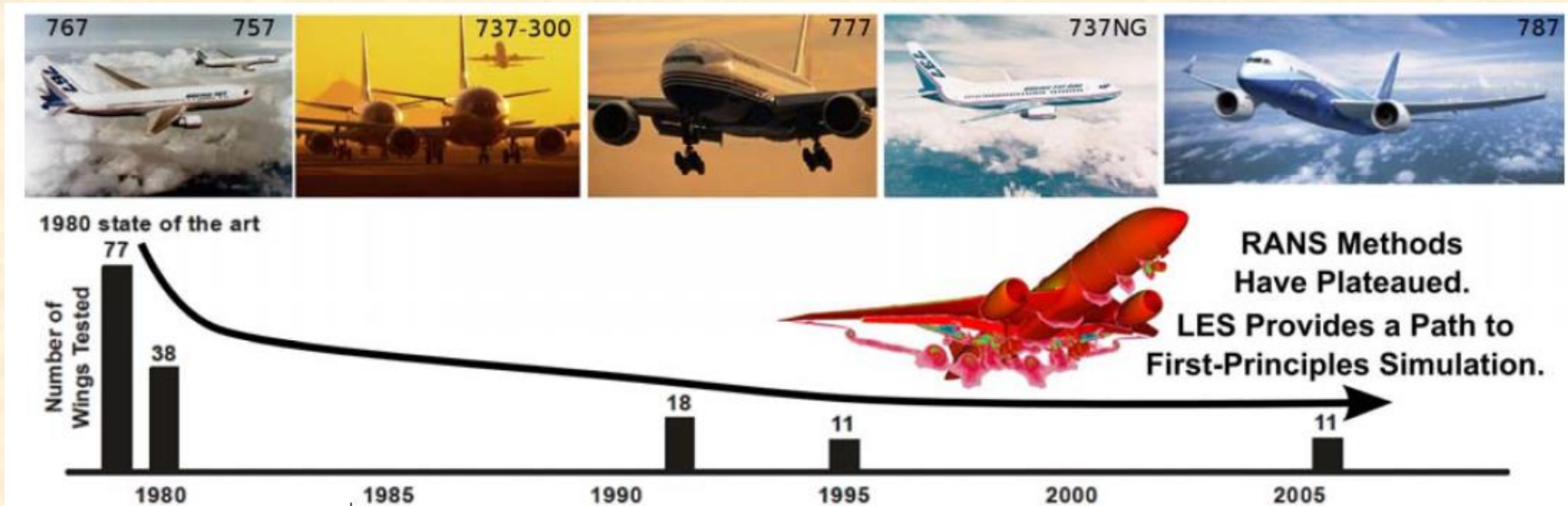


8.000 ordenadores → 13.000 millones de años

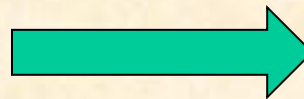
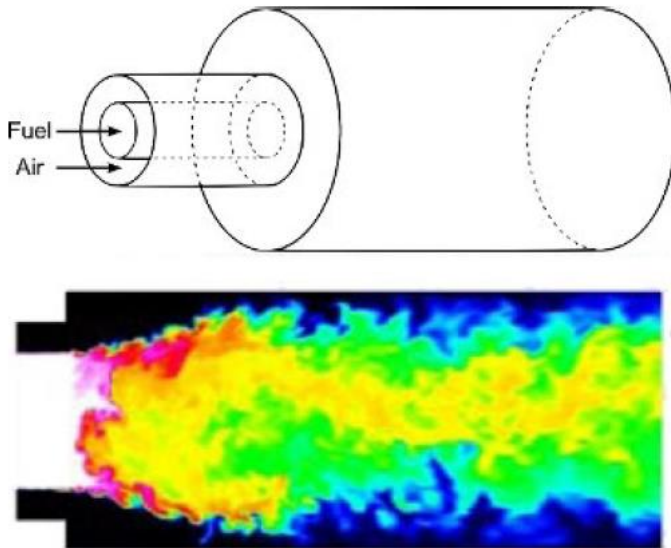
3 meses vs 2000 años Cubo de 346 millones años luz



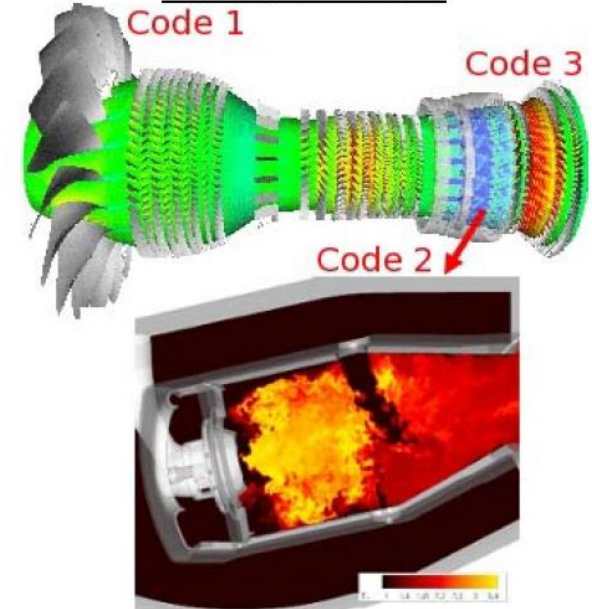
Ingeniería: Aviones y turbinas



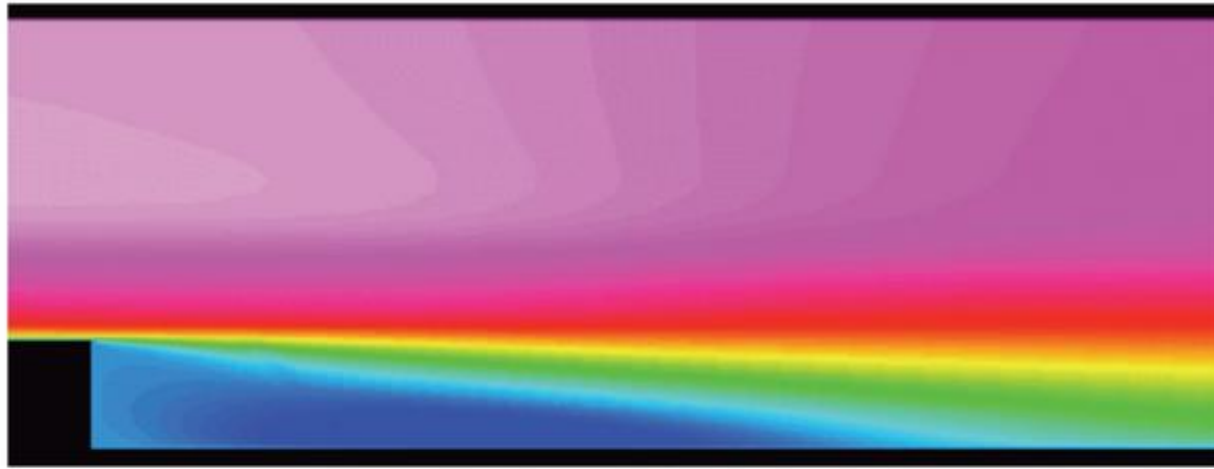
State-of-the-art in 1997



State-of-the-art in 2007

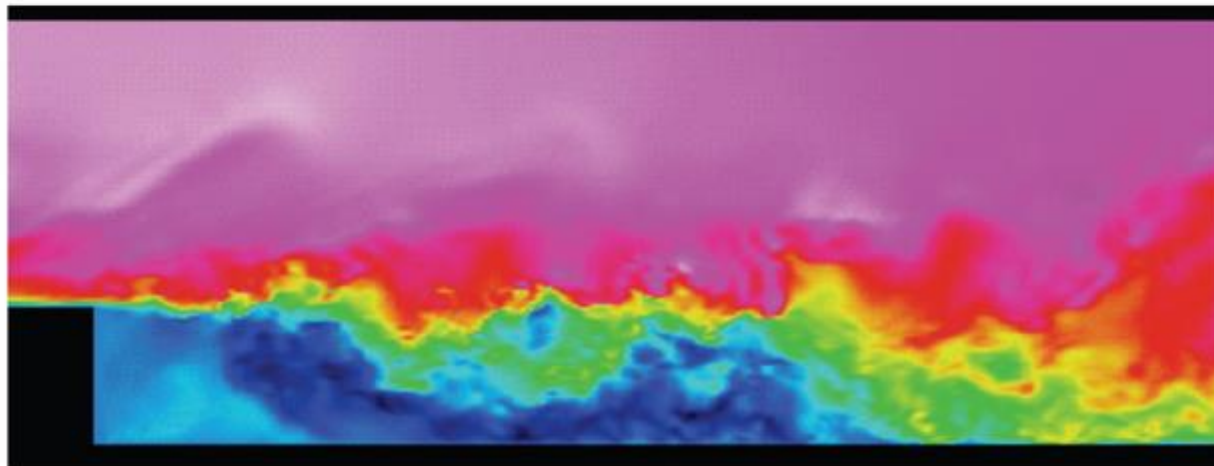


Ingeniería: Aviones y turbinas



Source: Rémy Fransen, 3rd INCA colloquium, ONERA, Toulouse (2011)

RANS



Source: Rémy Fransen, 3rd INCA colloquium, ONERA, Toulouse (2011)

LES



Aplicaciones médicas: MRI, Simular sistema cardiaco, ...



www.lncc.br



Model Geometry of two cerebral arteries containing an aneurysm.

Computer & Reconstruction System



- 32 bit multitasking CPU
- Dedicated array processors for image reconstruction and processing
- High-resolution display (512 X 512)
- DICOM 3.0 compliance (optional)

Aorta: un latido

500.000 puntos

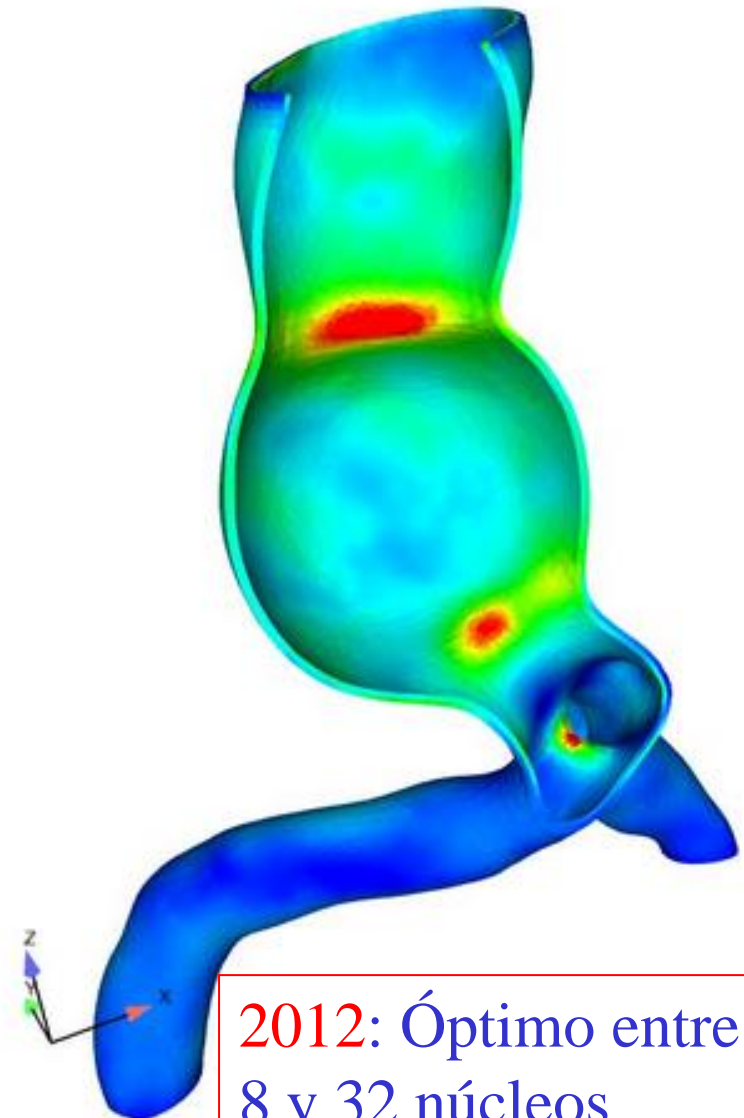
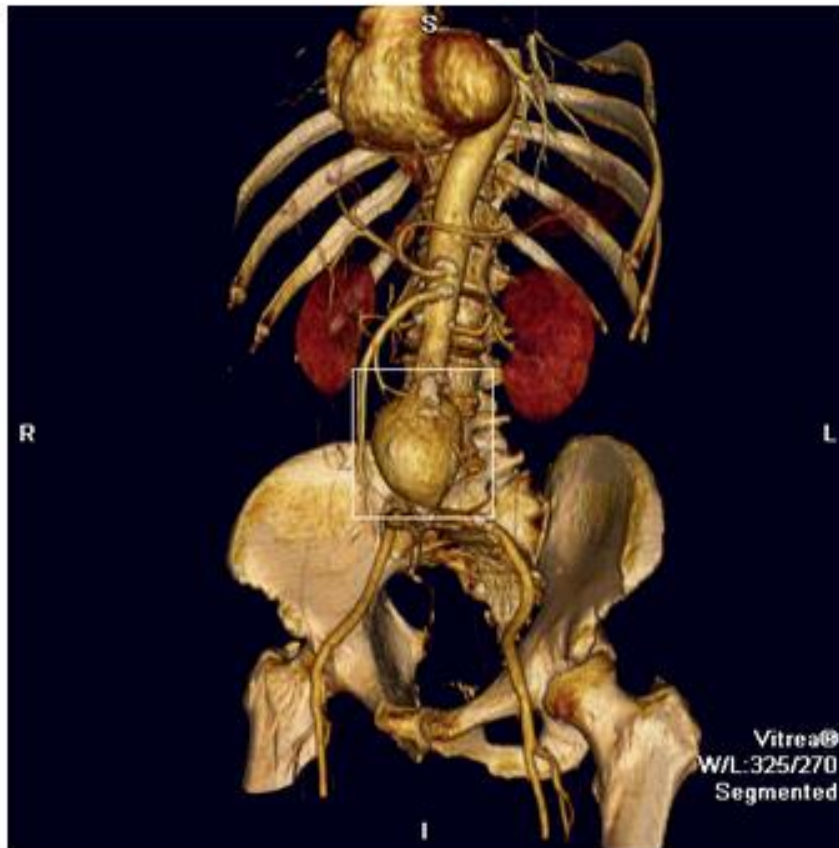
3.500.000 ecuaciones

35 días 8 núcleos Xeon



Aplicaciones médicas: Aneurisma de la aorta abdominal


10^a causa de muerte en
hombres mayores de 50 años



2012: Óptimo entre
8 y 32 núcleos



NVIDIA > Noticias > Las GPU Tesla facilitan la detección temprana de la placa arterial

 Suscribir  Compartir**CASOS DE CLIENTE**

Casos de cliente

Casos de estudio sobre Quadro

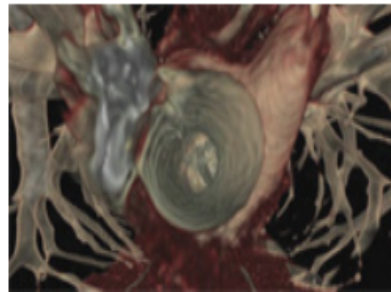
Casos de estudio sobre Tesla

Otros casos de estudio de NVIDIA

TESLA

Principal

Las GPU Tesla facilitan la detección temprana de la placa arterial



Los ataques al corazón son la principal causa de muerte en todo el mundo y sólo en EE.UU. acaban con la vida de 500.000 personas cada año. De ellas, se estima que un 80 por ciento muere como consecuencia de fallos cardíacos producidos por placa acumulada en las arterias y no detectada con la tecnología de diagnóstico por imagen convencional. Predecir la ubicación de la placa podría mejorar enormemente los procedimientos de cuidado del paciente y salvar muchas vidas.'

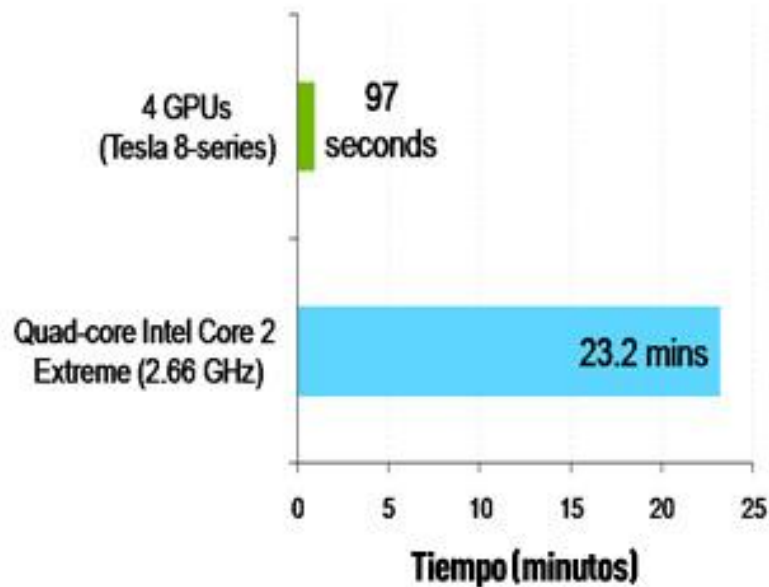
EL RESULTADO

Las GPU proporcionan 20 veces más capacidad de cálculo y 10 veces más rendimiento por dólar para la reconstrucción de imágenes y la simulación del flujo sanguíneo, con lo que hacen factible la utilización de estas técnicas de simulación avanzadas en la práctica clínica.

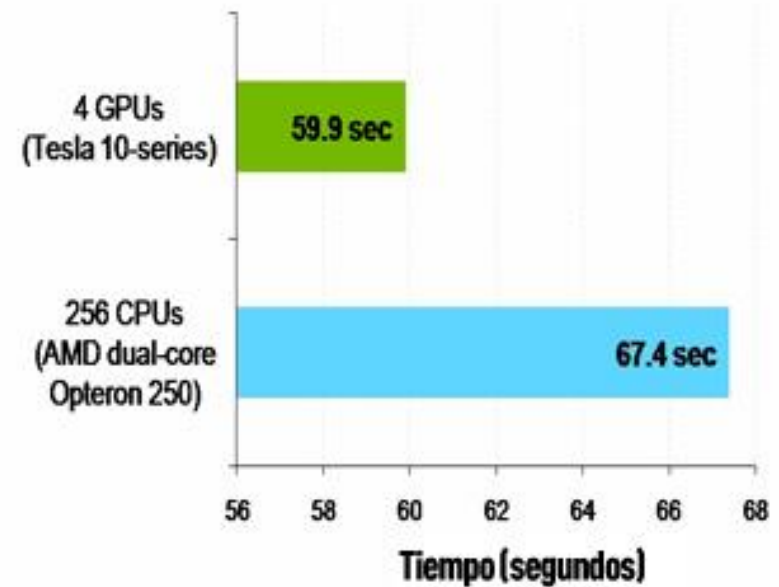
Sin las GPU, la enorme cantidad de sistemas de cálculo necesarios y el consiguiente gasto harían impracticable el uso de la hemodinámica como método de estudio. Dada su capacidad para detectar la placa arterial antes que ningún otro método, se espera que esta revolucionaria tecnología salve numerosas vidas cuando se apruebe su aplicación en los centros hospitalarios y de investigación de todo el mundo.



**Tiempo de reconstrucción de
RMs avanzadas**

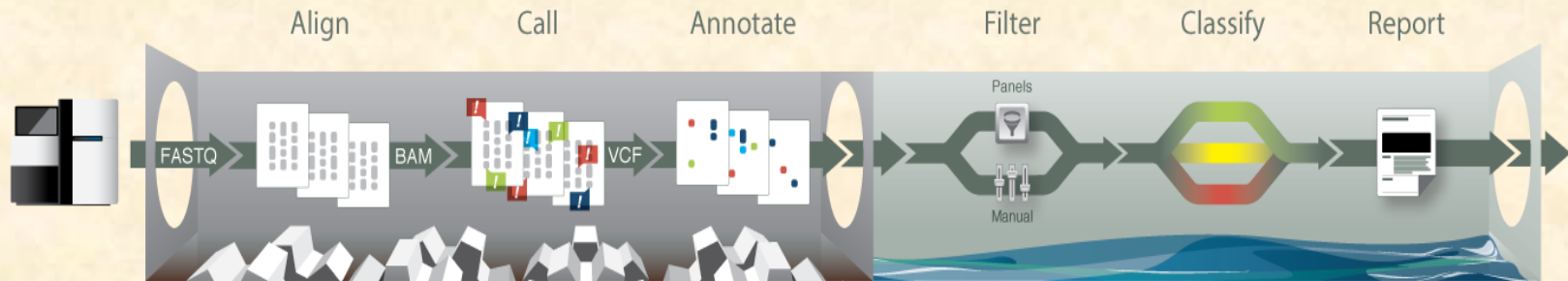


**Tiempo de reconstrucción
de escáneres (TC)**



www.knome.com Sep/2012

A complete human genome interpretation system



K100



Massimo Delledonde of the University of Verona stands next to his k100.

High-performance computing cluster

- Four nodes, each node with two 8-core/16 thread, 2.4GHz, E5-2665 processors with 20MB cache, 128GB of DDR3-1600 ECC memory
- Storage includes 2 x 2TB 7,200RPM, 6Gb/sec SATA drives

K25



¿ A partir de 125.000\$?

Tute Genomics Acquires Knome

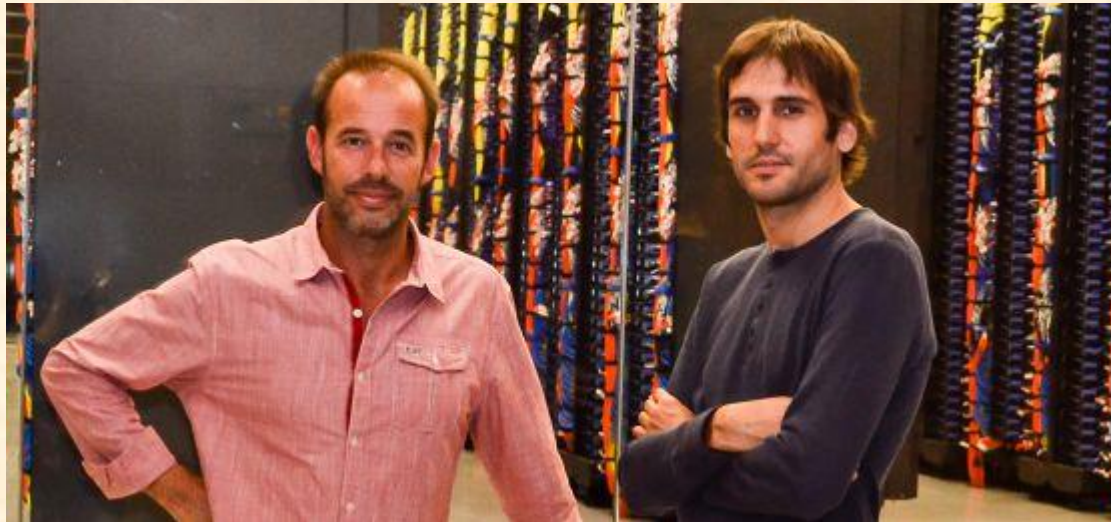
PROVO, Utah, Nov. 2, 2015 /PRNewswire/ -- Tute Genomics, the leader in clinical sequencing informatics, today announced the acquisition of key assets of Knome, a renowned human-genome interpretation company whose systems and services helped spearhead several of the greatest commercial advancements in modern human genetics.

DANIEL MEDIAVILLA | 26 OCT 2014 - 19:31 CET

La supercomputación hará más asequible el tratamiento del cáncer

elpais.com/elpais/2014/10/24/ciencia/1414166023_406272.html

BSC



Una semana → 5 . . 10 horas con 50..80 cores



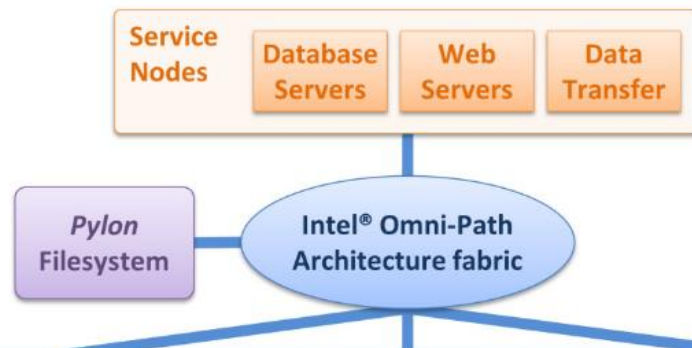
Centro de Supercomputación de Pittsburgh



PSC Receives NSF Award for *Bridges* Supercomputer

24Nov2014

\$9.65-Million Supercomputer Will Enable Analysis of Vast Data Sets, Ease Entry for New Research Communities into High-Performance Computing



\$10-Million System Will Expand National Capacity for Coupled HPC, AI and Data and Serve Nontraditional and Traditional High-Performance-Computing Communities

29Jul2019

Fase1 Ene2016

→ 25.392 cores

Monday, January 9, 2017

Bridges Supercomputer Completed

Centro de Supercomputación de Pittsburgh

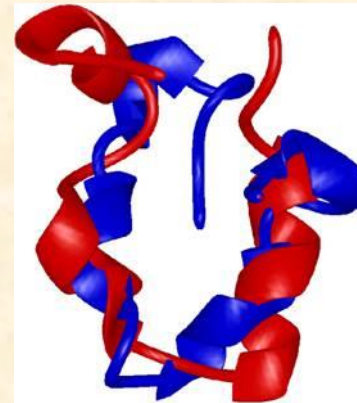


“Projects in Scientific Computing (160)” www.psc.edu/science

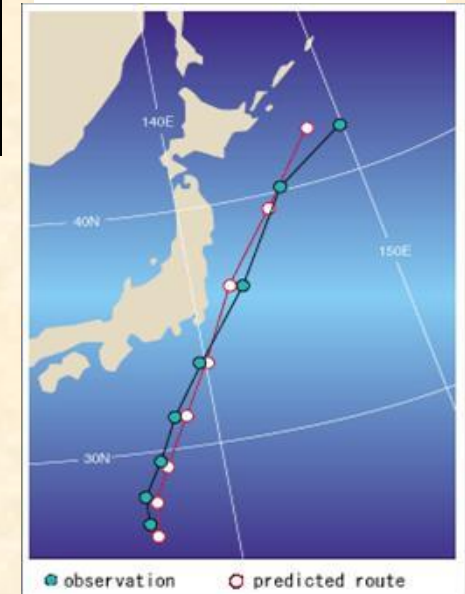
- Plegamiento de proteínas
- Predicción de tormentas
- Estudios de turbulencias
- Modelos sísmicos
- Investigación: SIDA, CANCER
- Modelización del fluido cardiaco
- Fenómenos oceánicos
- Dinámica de fluidos y electromagnetismo

Folding@home distributed computing folding.stanford.edu

12.000 átomos
Simular 1 μ seg
256 procesadores
!! 3 meses !!



!! Tifón !!



www.youtube.com/watch?v=gFcp2Xpd29I#t=115

NTL9 1mseg

Centro de Supercomputación de Pittsburgh + CAPS + NOAA + ...



Copyright 2006 Robert Fritchle

4Mayo2007 Tornado EF5 Greensburg



- ***Emergencia*** 30´ antes
 - Suenan sirenas 20´ antes
 - “*Sólo 10 víctimas*”
 - 95% del pueblo arrasado
-
- ¿Será posible predecir antes?

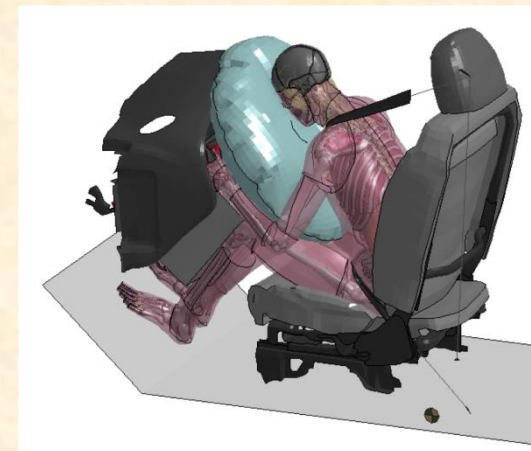
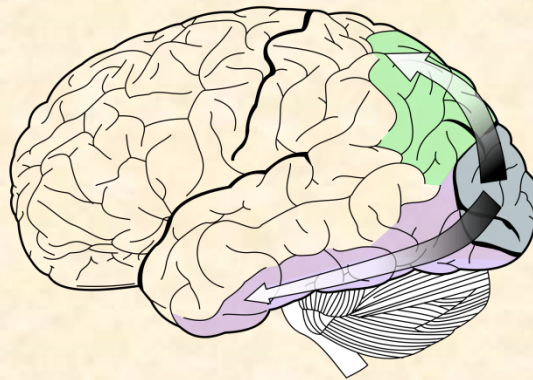
1989: Escepticismo: caóticos e impredecibles

2007: Investigadores+Supercomp.
viable predecir a 24 horas

2017: Mejores medidas+SuperCo.
¿Futuro sin tragedias?

www.psc.edu/science/2007/storms.html
blogthinkbig.com/la-tecnologia-la-aliada-de-los-meteorologos

<https://www.psc.edu/sciencehighlights>



Supercomputers Aid Discovery of New, Inexpensive Material to Make LEDs with Excellent Color Quality

www.rdmag.com/news/2018/02

Mon, 02/26/2018 - 9:53am by Liezel Labios, UC San Diego Jacobs School of Engineering



3 meses vs años [prueba y error]

“918 candidatos”

Creadas por primera vez “máquinas vivientes” con células animales

Científicos de EE UU presentan unos “organismos reprogramables”, a medio camino entre un robot y un ser vivo



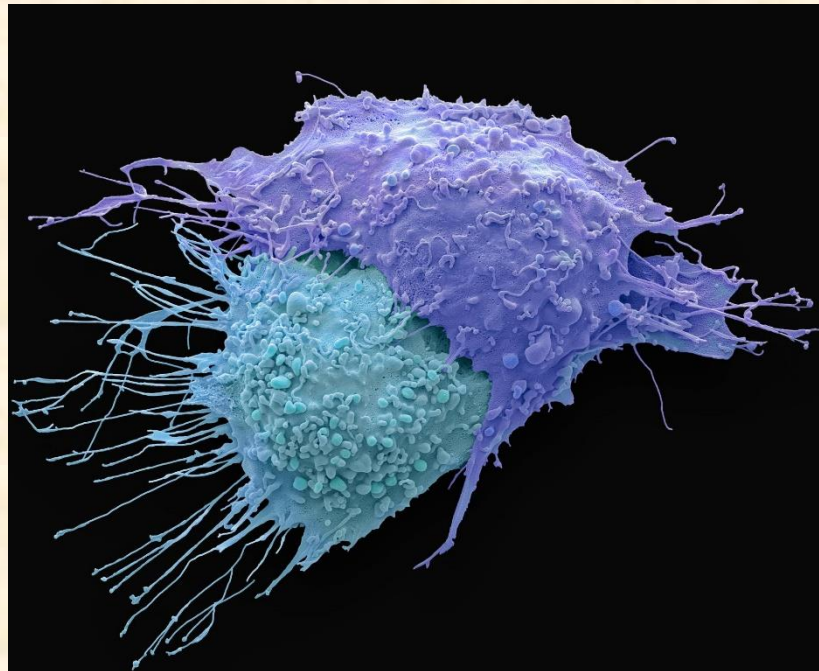
pasivas). Durante meses, los científicos han utilizado un superordenador para simular miles de agregados celulares de diferentes formas e intentar predecir su comportamiento. Los diseños más prometedores se llevaron a cabo. El principal

CÁNCER ›

El mayor estudio genómico del cáncer abre la posibilidad de detectarlo antes de que aparezca

6 Feb 2020

Un gran análisis de 2.600 pacientes que sufrían 38 tipos de tumor diferentes desvela que las primeras mutaciones causales aparecen años o décadas antes de que se diagnostique la enfermedad



entender esta inmensidad ha necesitado el esfuerzo de 1.300 científicos de 37 países y el uso de 13 [superordenadores](#) y centros de análisis durante unos 10 millones de horas; más de 1.100 años de computación.