

Computación de Alto Rendimiento

¿Qué es y para qué sirve?

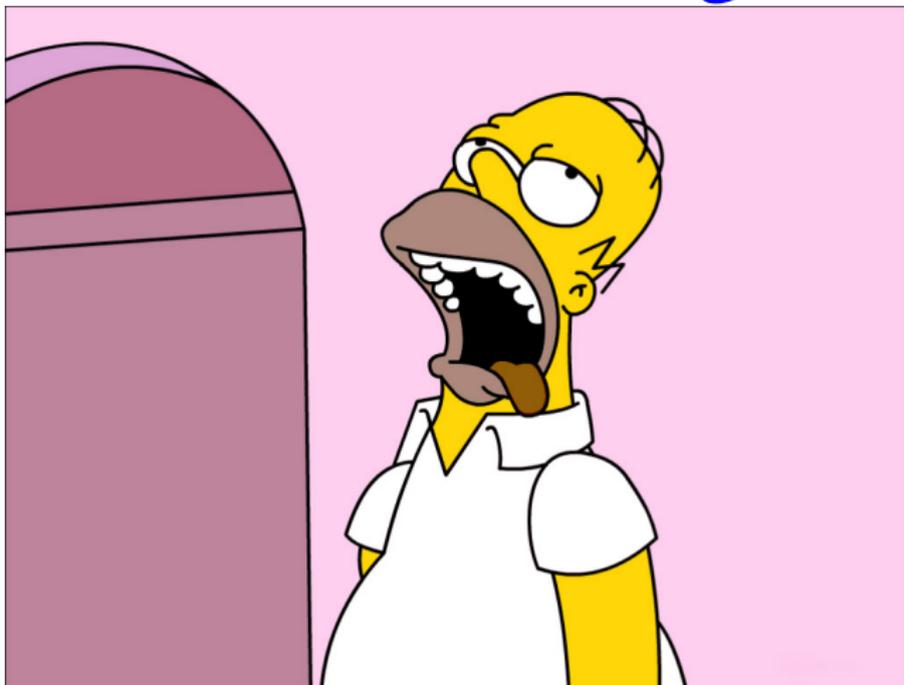
Centro de Simulación Computacional para Aplicaciones Tecnológicas
CSC - CONICET

Departamento de Computación
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,
Universidad de Buenos Aires



2/12/2016

Suena aburrido, ¿no?



**¿A quién
le gustan
los juguitos?**

Motores físicos de los videojuegos



Animaciones en películas



¿Qué es un modelo? Para la ciencia.

- Un *Modelo* **representa** la realidad
- Un *Modelo* **no** es la realidad

¿Qué es un modelo? Para la ciencia.

- Un *Modelo* **representa** la realidad
- Un *Modelo* **no** es la realidad
- ¿Por qué no?

¿Qué es un modelo? Para la ciencia.

- Un *Modelo* **representa** la realidad
- Un *Modelo* **no** es la realidad
- ¿Por qué no?
 - ▶ La realidad es muy compleja
 - ▶ El modelo es una versión **simplificada** de la realidad

¿Qué es un modelo? Para la ciencia.

- Un *Modelo* **representa** la realidad
- Un *Modelo* **no** es la realidad
- ¿Por qué no?
 - ▶ La realidad es muy compleja
 - ▶ El modelo es una versión **simplificada** de la realidad
- ¿Cuán simplificada?

¿Qué es un modelo? Para la ciencia.

- Un *Modelo* **representa** la realidad
- Un *Modelo* **no** es la realidad
- ¿Por qué no?
 - ▶ La realidad es muy compleja
 - ▶ El modelo es una versión **simplificada** de la realidad
- ¿Cuán simplificada?
 - ▶ Depende de lo que uno quiera preguntarle al modelo

Tipo de modelos

Realidad



Modelo Físico / Químico /
Biológico / Social



Modelo Matemático



Modelo Computacional



Tipo de modelos

Realidad



Modelo Físico / Químico /
Biológico / Social



Modelo Matemático



Modelo Computacional



Ejemplo:
Aerodinámica de Automóviles

Realidad



Tipo de modelos

Realidad

Modelo Físico / Químico /
Biológico / Social

Modelo Matemático

Modelo Computacional



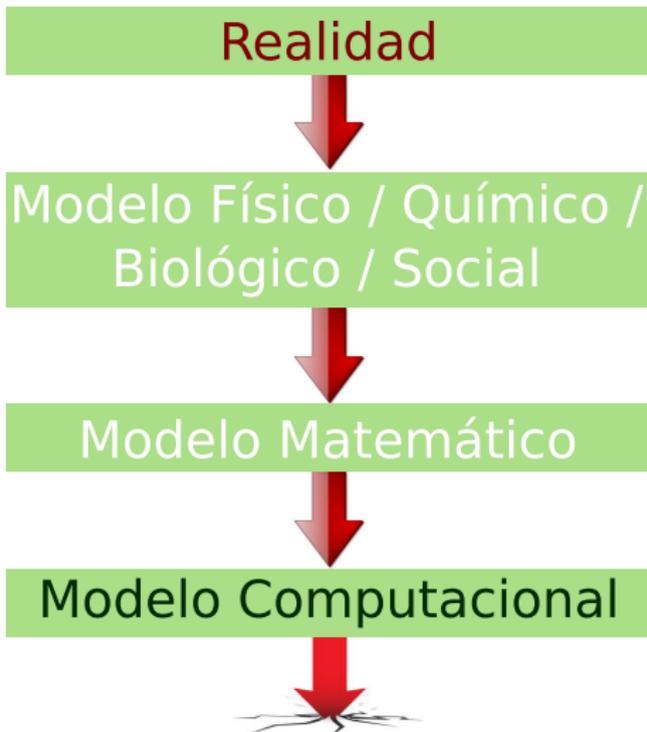
Ejemplo:
Aerodinámica de Automóviles

Modelo Físico



Hipótesis

Tipo de modelos



Ejemplo:

Aerodinámica de Automóviles

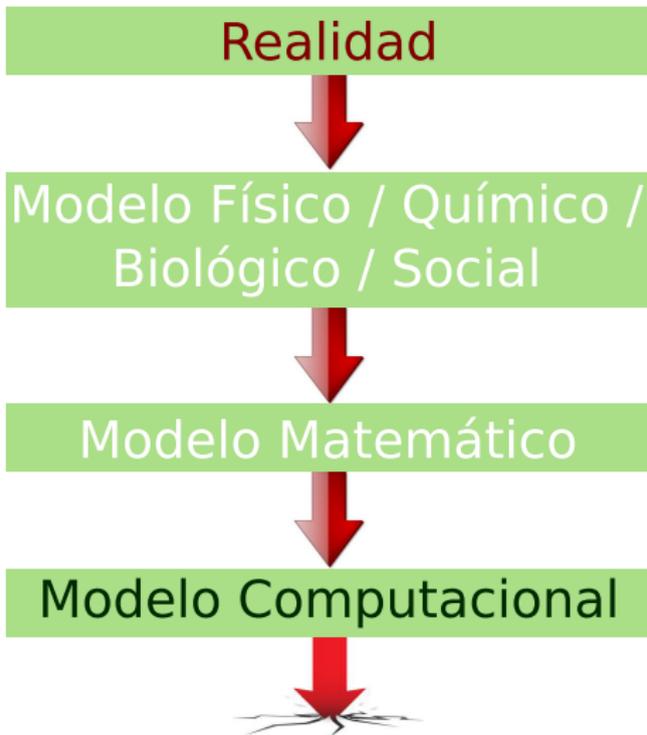
Modelo Matemático

$$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \mathbf{v} + \mathbf{f}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0$$

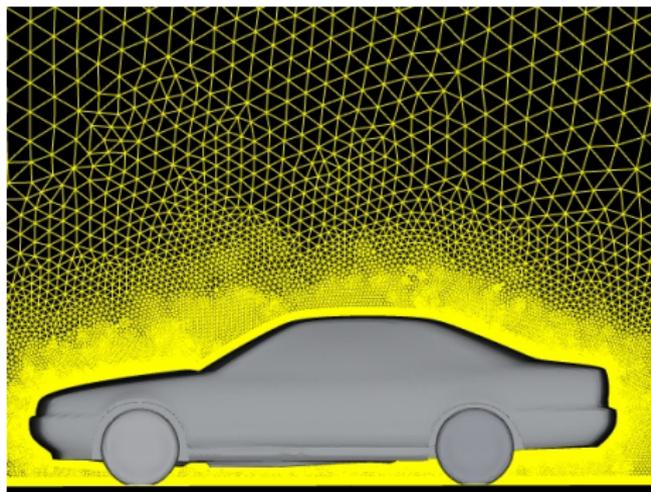
Hipótesis

Tipo de modelos



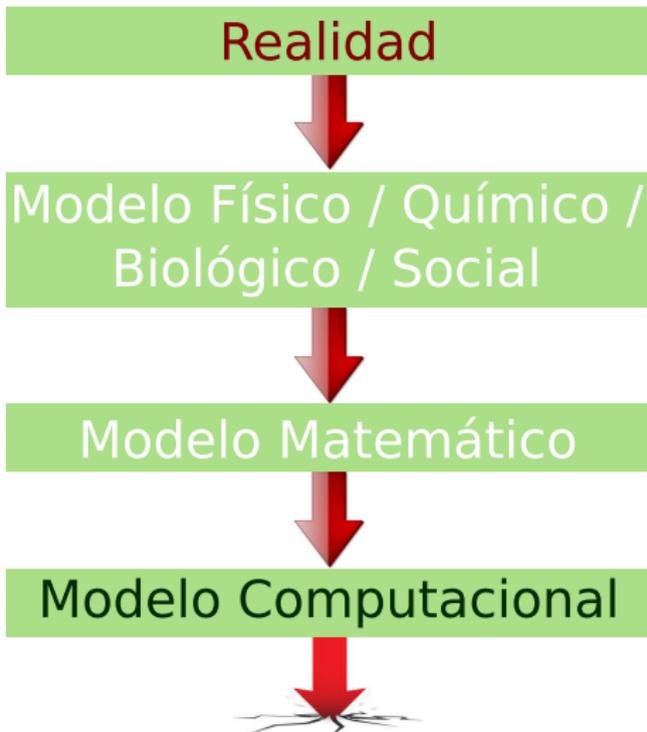
Ejemplo:
Aerodinámica de Automóviles

Modelo Computacional



Hipótesis

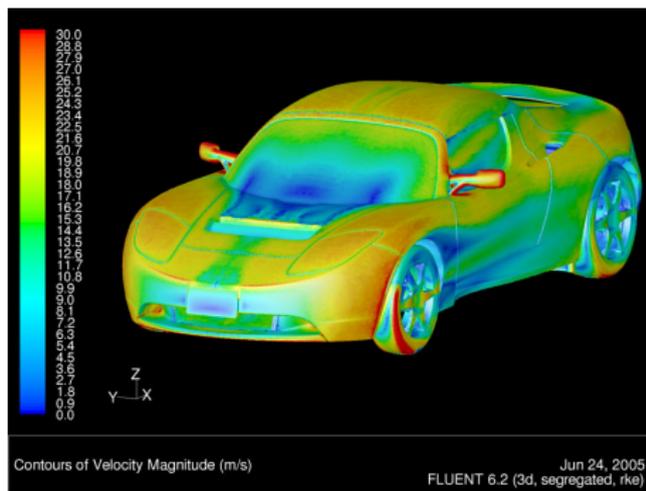
Tipo de modelos



Ejemplo:

Aerodinámica de Automóviles

Resultados de los modelos

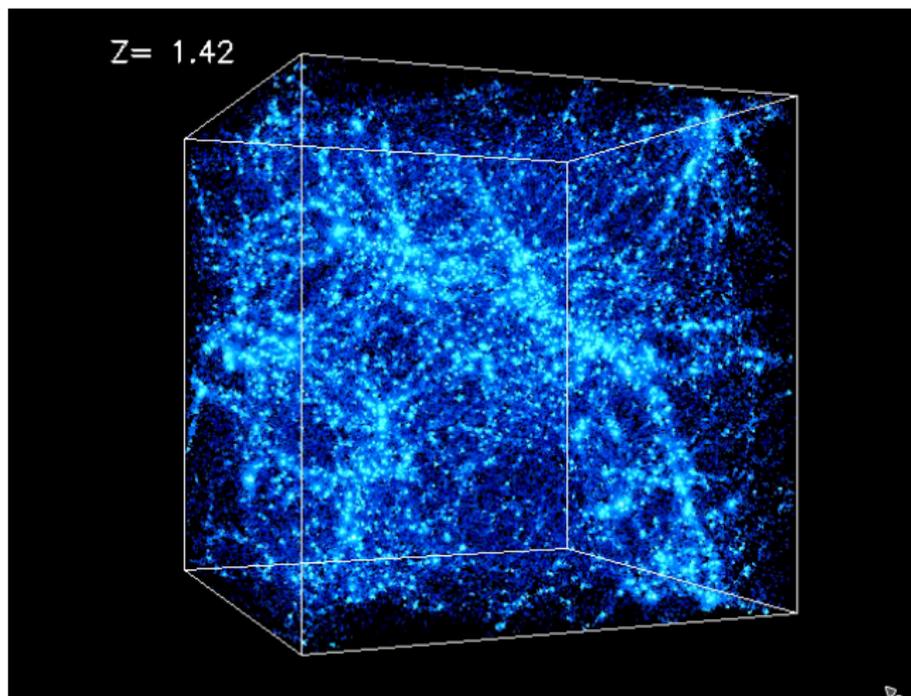


Muchas Hipótesis!!!

**¿Para qué y por qué
modelar
computacionalmente?**

Problemas de escalas

Astrofísica: Formación de estructuras de gran escala en el Universo: Filamentos



La caja tiene 140 millones de años luz (43 *parsecs*) de lado.

La simulación empieza en el 1 % de la edad del universo (14 mil millones de años) hasta la actualidad.

Problemas difíciles de estudiar de otra forma

Comportamiento de multitudes



En este caso cada persona es simulada individualmente.

Pero...¿Qué es HPC?

Una linda definición para llenar el ego de <http://www.etp4hpc.eu>:

HPC is the F1 of the computing industry



Pero...¿Qué es HPC?

Una linda definición para llenar el ego de <http://www.etp4hpc.eu>:

HPC is the F1 of the computing industry



High Performance Computing (HPC) is a holistic discipline that aggregates hardware, software and services to provide the high computing power necessary to solve large and complex problems in science, engineering and business

¿Por qué HPC?

Las palabras claves: **large**, **complex** y **problems**:

“We use HPC to solve problems that could not be solved in a reasonable amount of time using a single desktop computer.”

¿Por qué HPC?

Las palabras claves: **large**, **complex** y **problems**:

“We use HPC to solve problems that could not be solved in a reasonable amount of time using a single desktop computer.”

- Toma mucho tiempo en resolverse

¿Por qué HPC?

Las palabras claves: **large**, **complex** y **problems**:

“We use HPC to solve problems that could not be solved in a reasonable amount of time using a single desktop computer.”

- Toma mucho tiempo en resolverse
- Necesita una gran cantidad de memoria (RAM)

¿Por qué HPC?

Las palabras claves: **large**, **complex** y **problems**:

“We use HPC to solve problems that could not be solved in a reasonable amount of time using a single desktop computer.”

- Toma mucho tiempo en resolverse
- Necesita una gran cantidad de memoria (RAM)
- Se tienen que realizar muchísimos experimentos parecidos (por ejemplo un millón de pruebas)

¿Por qué HPC?

Las palabras claves: **large**, **complex** y **problems**:

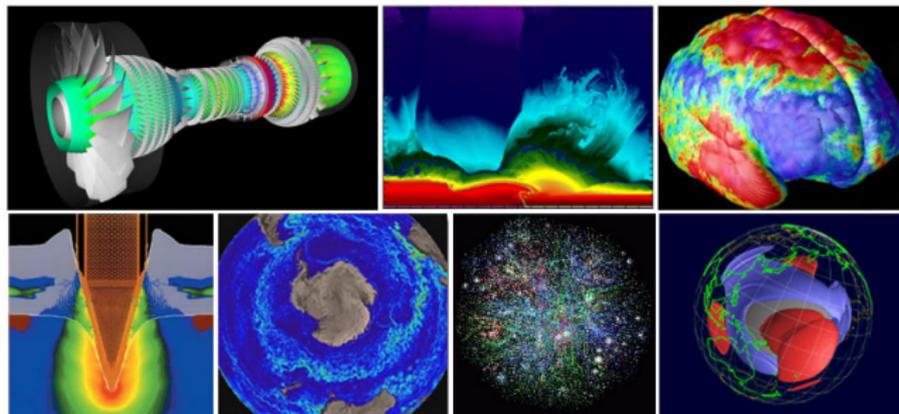
"We use HPC to solve problems that could not be solved in a reasonable amount of time using a single desktop computer."

- Toma mucho tiempo en resolverse
- Necesita una gran cantidad de memoria (RAM)
- Se tienen que realizar muchísimos experimentos parecidos (por ejemplo un millón de pruebas)
- Hay restricciones de tiempo para encontrar un resultado

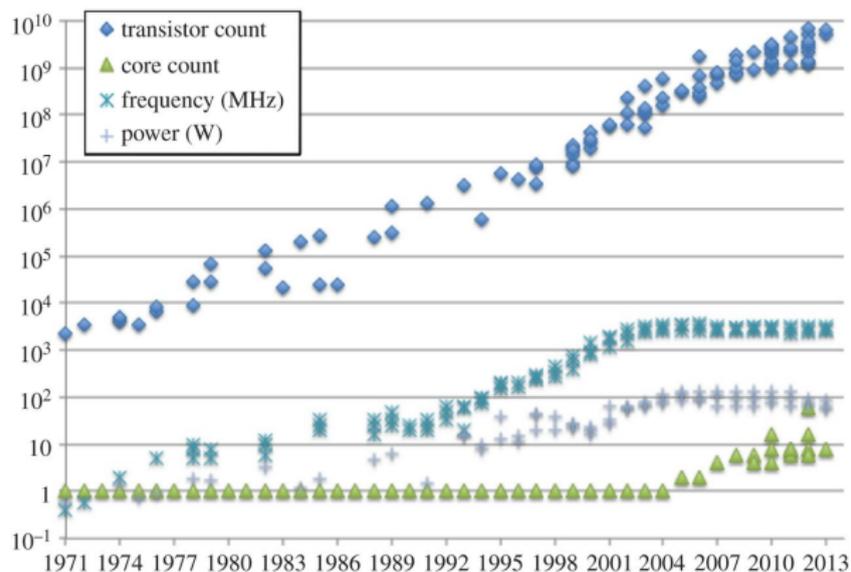
¿Por qué HPC?

Las palabras claves: **large**, **complex** y **problems**:

"We use HPC to solve problems that could not be solved in a reasonable amount of time using a single desktop computer."



Evolución de los procesadores



source: reproduced from Giles & Riguli(2013)

Moraleja

La cantidad de transistores sigue subiendo, pero la velocidad de los procesadores se ha detenido.

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.
- ¿Si llamo a uno y los dos pintamos al mismo ritmo, terminaríamos en 7 horas. ¿Si llamo a diez?

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.
- ¿Si llamo a uno y los dos pintamos al mismo ritmo, terminaríamos en 7 horas. ¿Si llamo a diez? 84 minutos.
- ¿Si llamo a cien?

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.
- ¿Si llamo a uno y los dos pintamos al mismo ritmo, terminaríamos en 7 horas. ¿Si llamo a diez? 84 minutos.
- ¿Si llamo a cien? 8,4 minutos. ¿Qué pasa si uno de los cien es malísimo pintando y tarda 300 minutos por palito, cuánto tardamos?

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.
- ¿Si llamo a uno y los dos pintamos al mismo ritmo, terminaríamos en 7 horas. ¿Si llamo a diez? 84 minutos.
- ¿Si llamo a cien? 8,4 minutos. ¿Qué pasa si uno de los cien es malísimo pintando y tarda 300 minutos por palito, cuánto tardamos?
- ¿Si llamo a mil?

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.
- ¿Si llamo a uno y los dos pintamos al mismo ritmo, terminaríamos en 7 horas. ¿Si llamo a diez? 84 minutos.
- ¿Si llamo a cien? 8,4 minutos. ¿Qué pasa si uno de los cien es malísimo pintando y tarda 300 minutos por palito, cuánto tardamos?
- ¿Si llamo a mil? 0,84 minutos... pero cómo hago para hacer que mil pintores colaboren pintando 28 palitos?
- Además, ¿Cómo organizamos las latas de pintura?

¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.
- ¿Si llamo a uno y los dos pintamos al mismo ritmo, terminaríamos en 7 horas. ¿Si llamo a diez? 84 minutos.
- ¿Si llamo a cien? 8,4 minutos. ¿Qué pasa si uno de los cien es malísimo pintando y tarda 300 minutos por palito, cuánto tardamos?
- ¿Si llamo a mil? 0,84 minutos... pero cómo hago para hacer que mil pintores colaboren pintando 28 palitos?
- Además, ¿Cómo organizamos las latas de pintura? ¿Cuántas latas de pintura hay que abrir?

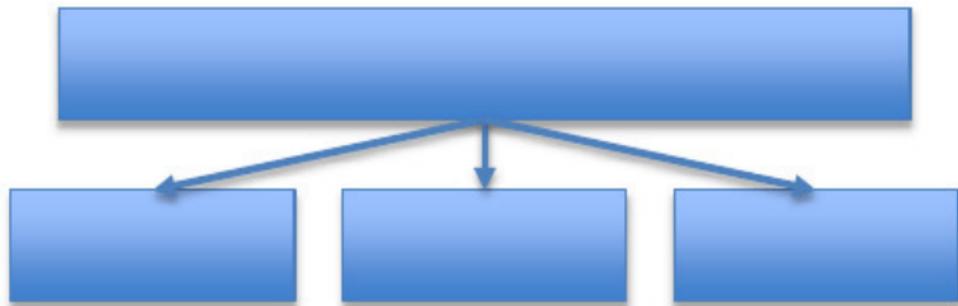
¿Qué significa *paralelismo*?



- Supongamos que tenemos que pintar esta cerca.
- Solo, tardaría 30 minutos por palito y son 28 (ojo que los conté), $28 \times 30 = 840$ minutos (14 horas).

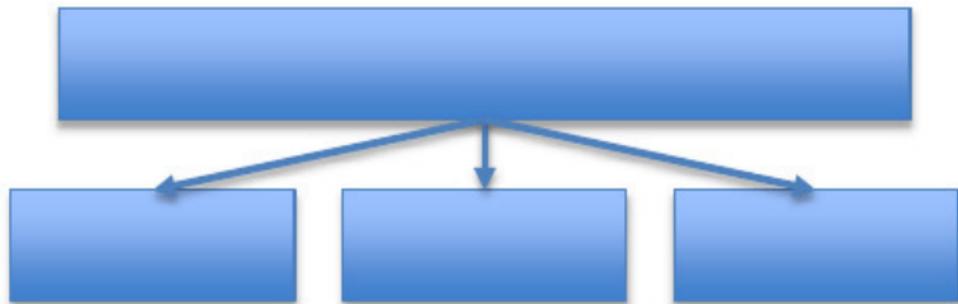
- Supongamos que tenemos amigos para pedirles ayuda.
- ¿Si llamo a uno y los dos pintamos al mismo ritmo, terminaríamos en 7 horas. ¿Si llamo a diez? 84 minutos.
- ¿Si llamo a cien? 8,4 minutos. ¿Qué pasa si uno de los cien es malísimo pintando y tarda 300 minutos por palito, cuánto tardamos?
- ¿Si llamo a mil? 0,84 minutos... pero cómo hago para hacer que mil pintores colaboren pintando 28 palitos?
- Además, ¿Cómo organizamos las latas de pintura? ¿Cuántas latas de pintura hay que abrir? ¿Cómo hacemos para que no se choquen los pintores cuando tienen que mojar el pincel?

¿Qué significa *paralelismo* dentro del mundo computacional?



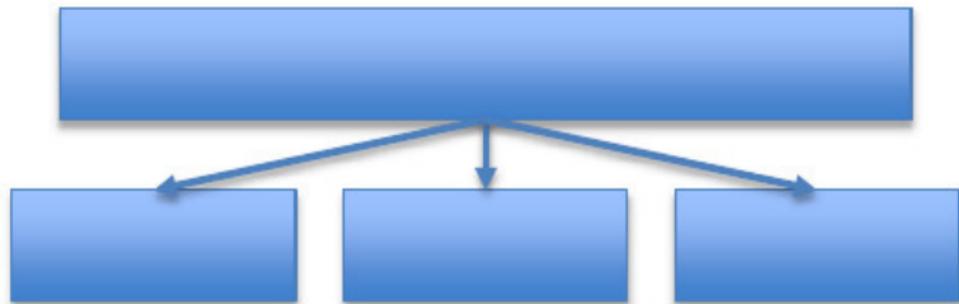
- Tomar un problema computacional *grande*.

¿Qué significa *paralelismo* dentro del mundo computacional?



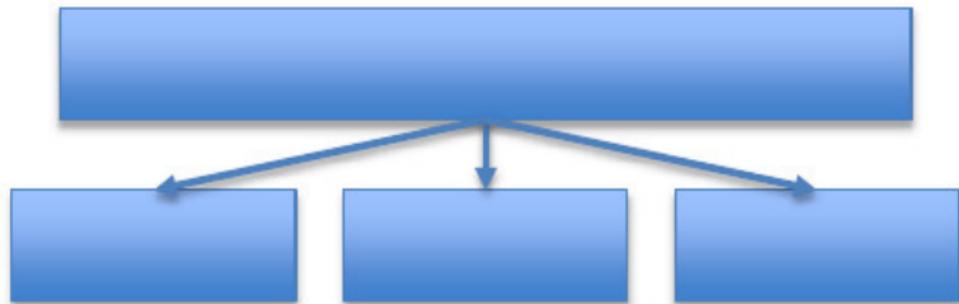
- Tomar un problema computacional *grande*.
- Separarlo en pedazos más chicos.

¿Qué significa *paralelismo* dentro del mundo computacional?



- Tomar un problema computacional *grande*.
- Separarlo en pedazos más chicos.
- Resolver las partes de manera **concurrente**.

¿Qué significa *paralelismo* dentro del mundo computacional?



- Tomar un problema computacional *grande*.
- Separarlo en pedazos más chicos.
- Resolver las partes de manera **concurrente**.
- A veces resulta necesario:
 - ▶ Comunicar resultados parciales durante el cómputo.
 - ▶ Repetir hasta que cierta condición se cumpla (convergencia).

¿Dónde está el problema?

Una aplicación *cualquiera* puede separarse en dos partes:

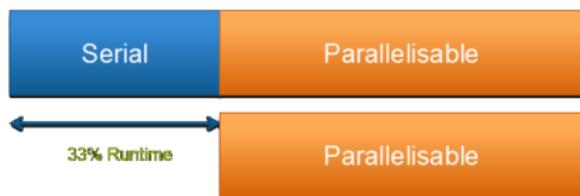


¿Dónde está el problema?

Una aplicación *cualquiera* puede separarse en dos partes:



Si ahora ponemos dos procesadores a trabajar:

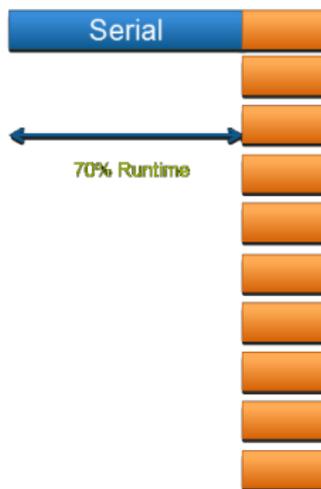


¿Dónde está el problema?

Una aplicación *cualquiera* puede separarse en dos partes:



Y si ponemos diez...



Importante

La parte secuencial (no paralelizable) de la aplicación termina dominando el tiempo de cómputo. ¡Y esto sin importar cuántos recursos destine!

¿Cuáles son las máquinas más rápidas?



PRESENTED BY



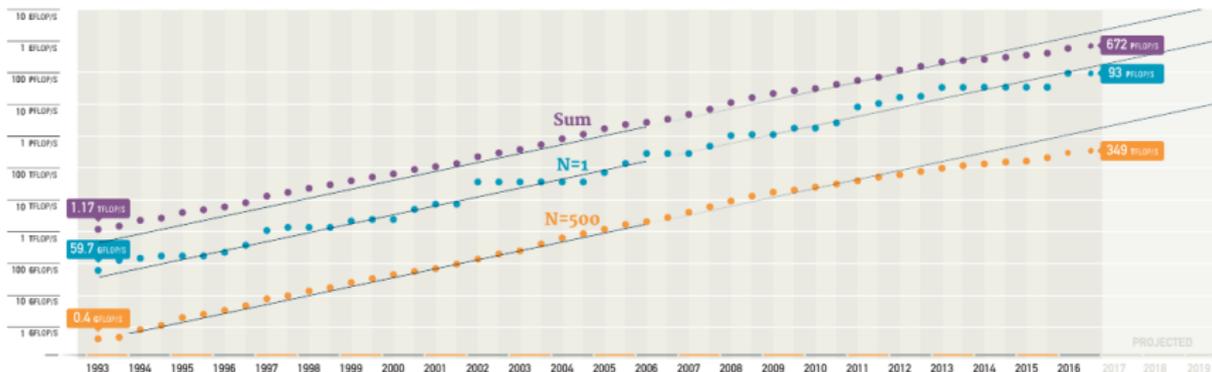
Lawrence Berkeley National Laboratory



FIND OUT MORE AT
top500.org

NAME	SPECS	SITE	COUNTRY	CORES	RMAX PFL0PIS	POWER MW
1 Sunway TaihuLight	Shenwei SW26010 (260C 1.45 GHz) Custom interconnect	NSCC in Wuxi	China	10,649,600	93.0	15.4
2 Tianhe-2 (Milkyway-2)	Intel Ivy Bridge (12C 2.2 GHz) & Xeon Phi (57C 1.1 GHz), Custom interconnect	NSCC in Guangzhou	China	3,120,000	33.9	17.8
3 Titan	Cray XK7, Opleron 6274 (16C 2.2 GHz) + Nvidia Kepler GPU, Custom interconnect	DOE/SC/ORNL	USA	560,640	17.6	8.2
4 Sequoia	IBM BlueGene/Q, Power BQC (16C 1.60 GHz), Custom interconnect	DOE/NNSA/LLNL	USA	1,572,864	17.2	7.9
5 Cori	Cray XC40, Intel Xeon Phi 7250 68C 1.4GHz, Aries interconnect	DOE/SC/LBNL	USA	622,336	14.0	

PERFORMANCE DEVELOPMENT



Sunway: TOP500 last winner (list was recently published)

- Rmax: 93 Petaflops
- Rpeak: 125,4 Petaflops



Sunway: TOP500 last winner (list was recently published)



- Rmax: 93 Petaflops
- Rpeak: 125,4 Petaflops
- Processor: Sunway SW26010 1.4 GHz processor (not Intel, own design!)
- Cores per socket: 260
- Memory: 1,31 PB
- Instruction Set: RISC instruction set developed by Sunway
- Interconnect: their submission says “Sunway design” but Mellanox supplied the Host Channel Adapter (HCA) and switch chips. Sunway may not call it InfiniBand, but that is exactly what it is.

Sunway: TOP500 last winner (list was recently published)



- Rmax: 93 Petaflops
- Rpeak: 125,4 Petaflops
- Processor: Sunway SW26010 1.4 GHz processor (not Intel, own design!)
- Cores per socket: 260
- Memory: 1,31 PB
- Instruction Set: RISC instruction set developed by Sunway
- Interconnect: their submission says “Sunway design” but Mellanox supplied the Host Channel Adapter (HCA) and switch chips. Sunway may not call it InfiniBand, but that is exactly what it is.
- Cabinets: 40 Water-cooled cabinets.
- Power consumption: 15,27 Megawatts

Sunway: TOP500 last winner (list was recently published)



- Rmax: 93 Petaflops
- Rpeak: 125,4 Petaflops
- Processor: Sunway SW26010 1.4 GHz processor (not Intel, own design!)
- Cores per socket: 260
- Memory: 1,31 PB
- Instruction Set: RISC instruction set developed by Sunway
- Interconnect: their submission says “Sunway design” but Mellanox supplied the Host Channel Adapter (HCA) and switch chips. Sunway may not call it InfiniBand, but that is exactly what it is.
- Cabinets: 40 Water-cooled cabinets.
- Power consumption: 15,27 Megawatts
- Cores: 10649600 cores across the entire system
- **Cost:**

Sunway: TOP500 last winner (list was recently published)



- Rmax: 93 Petaflops
- Rpeak: 125,4 Petaflops
- Processor: Sunway SW26010 1.4 GHz processor (not Intel, own design!)
- Cores per socket: 260
- Memory: 1,31 PB
- Instruction Set: RISC instruction set developed by Sunway
- Interconnect: their submission says “Sunway design” but Mellanox supplied the Host Channel Adapter (HCA) and switch chips. Sunway may not call it InfiniBand, but that is exactly what it is.
- Cabinets: 40 Water-cooled cabinets.
- Power consumption: 15,27 Megawatts
- Cores: 10649600 cores across the entire system
- **Cost: USD 273 million**

<http://insidehpc.com/2016/06/dont-panic-heres-what-we-know-about-the-worlds-fastest-supercomputer/>

The Data is around since a long long time

- Companies have data about their business.

The Data is around since a long long time

- Companies have data about their business.
- Every time we buy something in the supermarket, all the items are saved *somewhere*.

The Data is around since a long long time

- Companies have data about their business.
- Every time we buy something in the supermarket, all the items are saved *somewhere*.
- The objective is using data to mine information and increase sales.

The Data is around since a long long time

- Companies have data about their business.
- Every time we buy something in the supermarket, all the items are saved *somewhere*.
- The objective is using data to mine information and increase sales.
- Classic example:



The Data is around since a long long time

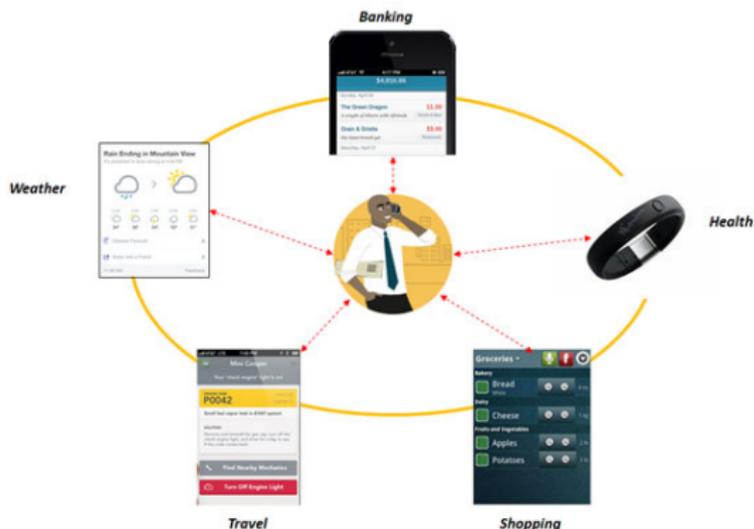
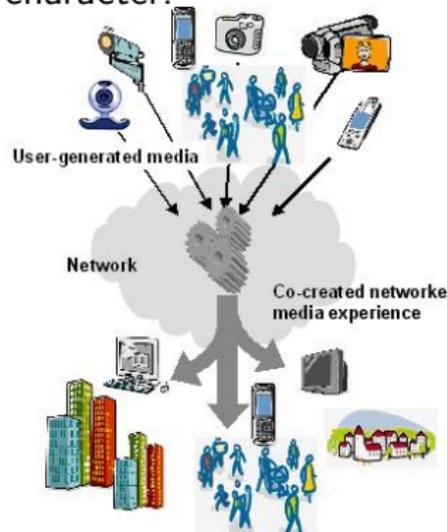
- Companies have data about their business.
- Every time we buy something in the supermarket, all the items are saved *somewhere*.
- The objective is using data to mine information and increase sales.
- Classic example:



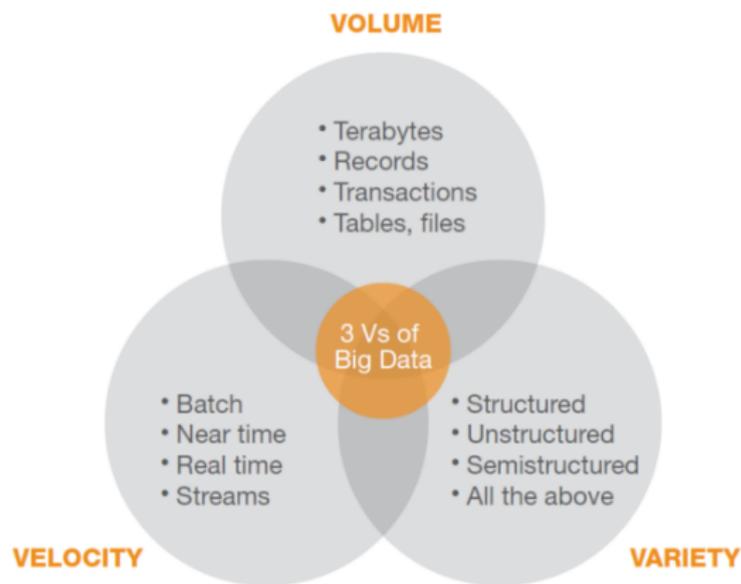
But then... What's up, Doc?

Companies have been generating and dealing with an increasing data volume.

But now, a new actor appeared in the play, and becoming the main character:



Big Data Challenges



- Storing
- Searching
- Sharing
- Analysis

source: blog.vitria.com

One Way of Thinking...



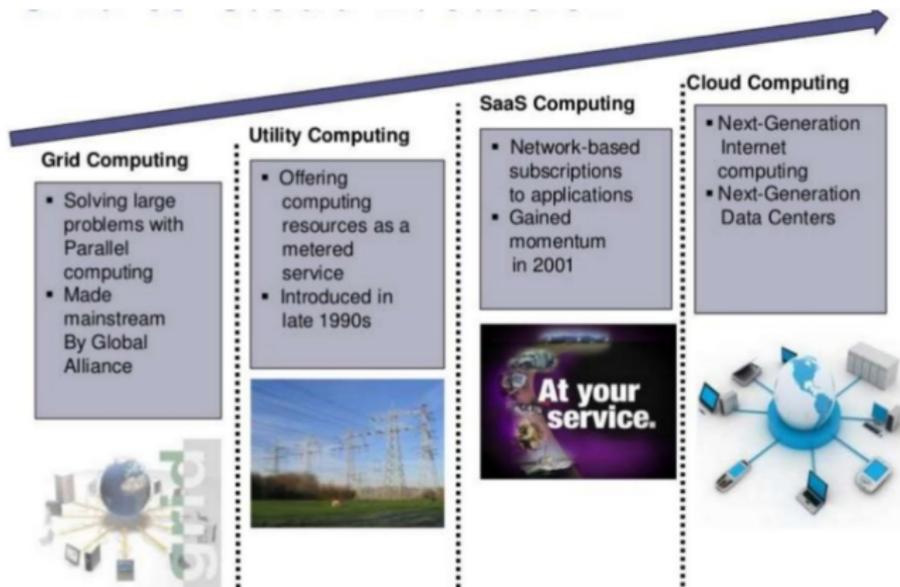
- You can think in Big Data as raw oil.
- You need to find, extract, transport (using a mega-transport), and carry it (using pipes).

One Way of Thinking...



- You can think in Big Data as raw oil.
- You need to find, extract, transport (using a mega-transport), and carry it (using pipes).
- All these items present their own difficulties, but the key of the industry is in the refinement of oil to get all the valuable derivatives we use everyday.

What is Cloud Computing?



What is Cloud Computing?



- On demand service.
- Available worldwide, any moment, any device.
- Elasticity: more resources when needed.
- You only pay for what you use.

Why?

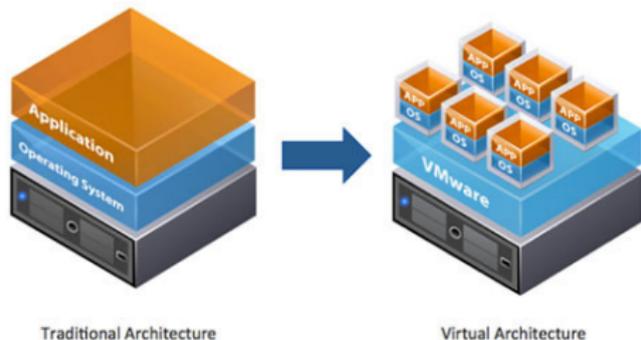
Cloud

We want to analyze or process large data volumes, but using limited resources (money, human resources, etc).

Why?

Cloud

We want to analyze or process large data volumes, but using limited resources (money, human resources, etc).



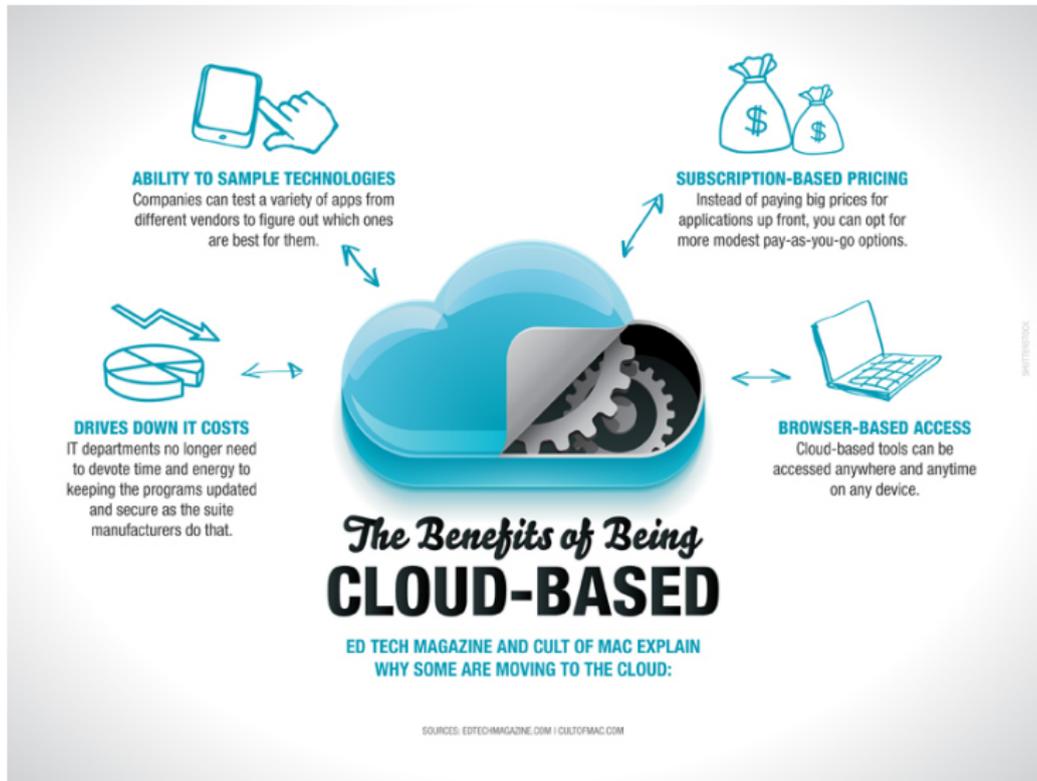
- Virtualization: refers to create a new abstraction layer between the real hardware and the applications using it.

Cloud Providers



Source: shivkadrolli.blogspot.com

Benefits



Quizás nos quede algo de tiempo para...

¡Gracias!

