

# El cambio tecnológico y su impacto en la Investigación y Educación en Informática

Ing. Armando E. De Giusti



Profesor Titular UNLP

CONICET



Investigador Principal CONICET



Coordinador RedUNCI

# El cambio tecnológico y su impacto en la Investigación y Educación en Informática

*Agradecimientos*

*El Ing. Huergo*

*El trabajo motivo del premio*

*El equipo de desarrollo detrás del trabajo.*

# El cambio tecnológico y su impacto en la Investigación y Educación en Informática



# El cambio tecnológico y su impacto en la Investigación y Educación en Informática



## Agenda

- ✓ *El Ciclo I+D+I y sus variantes.*
- ✓ *El cambio tecnológico y la Investigación en Informática.*
- ✓ *Datos y Reflexiones.*
- ✓ *La generación Z y el cambio tecnológico.*
- ✓ *El cambio tecnológico y la Educación en Informática.*
- ✓ *El desarrollo de CMRE como caso de estudio.*
- ✓ *Algunas Conclusiones.*

# El cambio tecnológico como motor de la Investigación en Informática

**I + D + I**



**I + I + D**



# El cambio tecnológico como motor de la Investigación en Informática

En algunos casos:

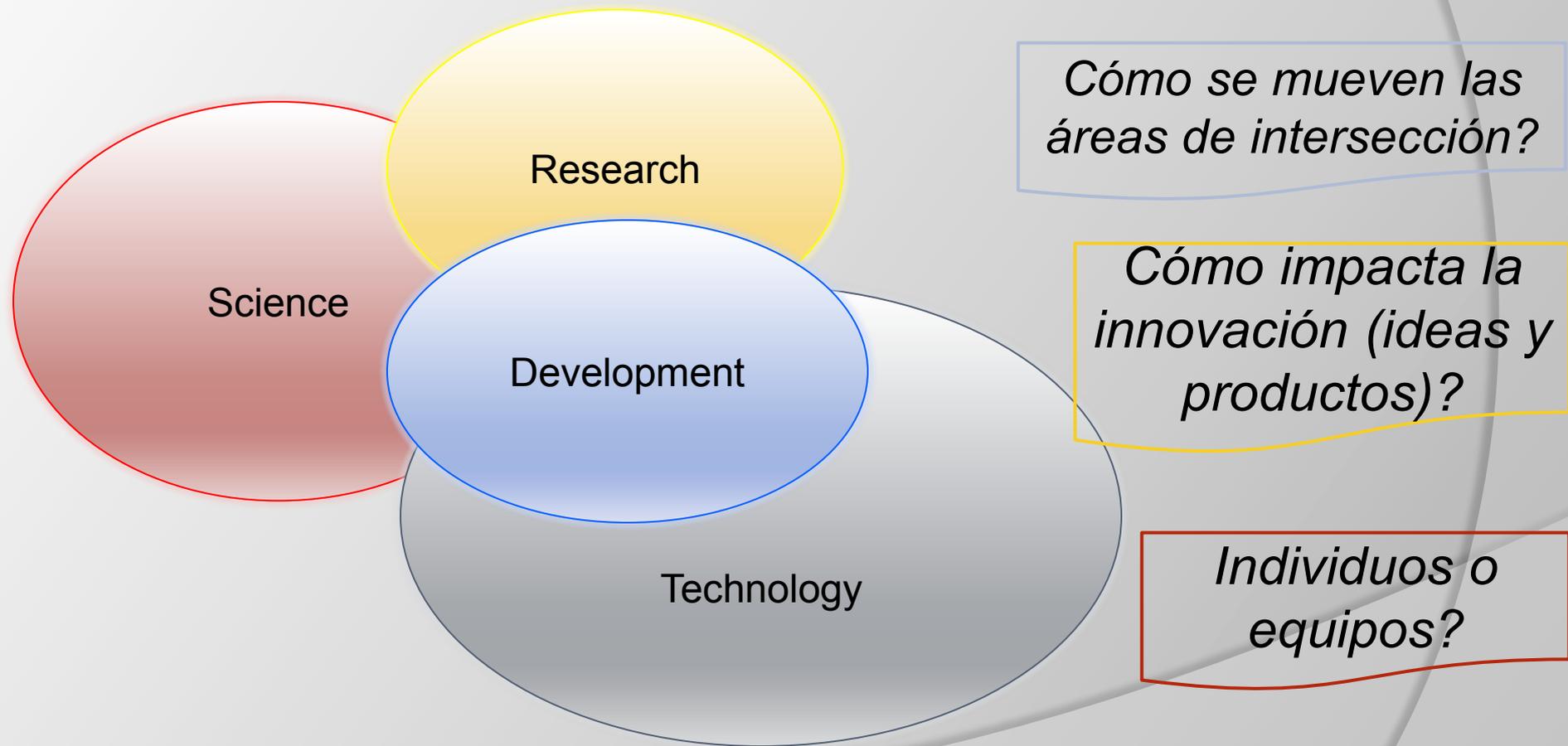
***Ideas Innovadoras → Investigación Tecnológica + Ingeniería***

**I + I + I**

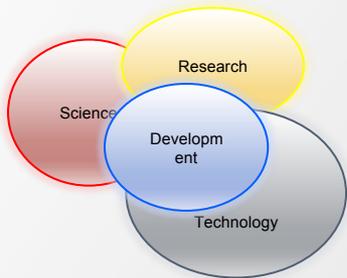


# El cambio tecnológico como motor de la Investigación en Informática

## Un esquema clásico



# El cambio tecnológico como motor de la Investigación en Informática



*From the principal point of view it is important to conclude that all modern sciences are very much influenced by technology.*

*This is very much the case for Biology, Chemistry and Physics, and even more the case for Computer Science that is clearly influenced by industry (hardware and software engineering).*

*The important difference is that the computer (the physical object that is directly related to the theory) is not a focus of investigation but it is rather theory materialized, a tool always capable of changing in order to accommodate even more powerful theoretical concepts.*

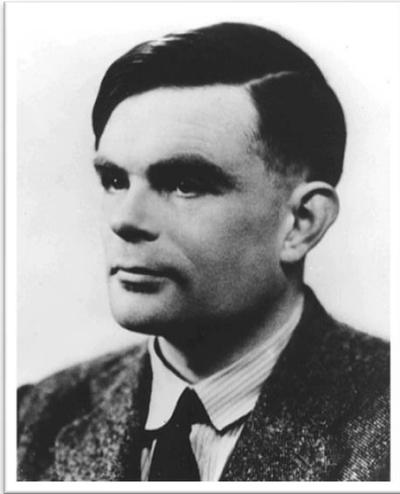
*Computer science is a new kind of discipline. It differs in both character and culture from the pure and applied sciences, engineering, and mathematics. Traditional methods of supporting and evaluating research are not always appropriate for this new field.*

*“Scientific methods in Computer Science”*

Mälardalen University – Suecia

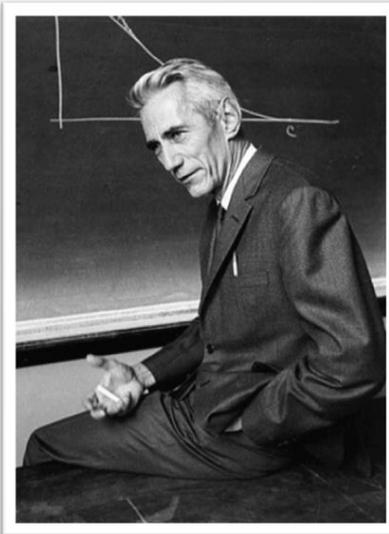
UK Research in Computer Science – Conclusions

# I+D+I en Informática → Chess Computers



Alan Turing

1947



Claude Shannon

Idea



Modelo



Desarrollo



1951

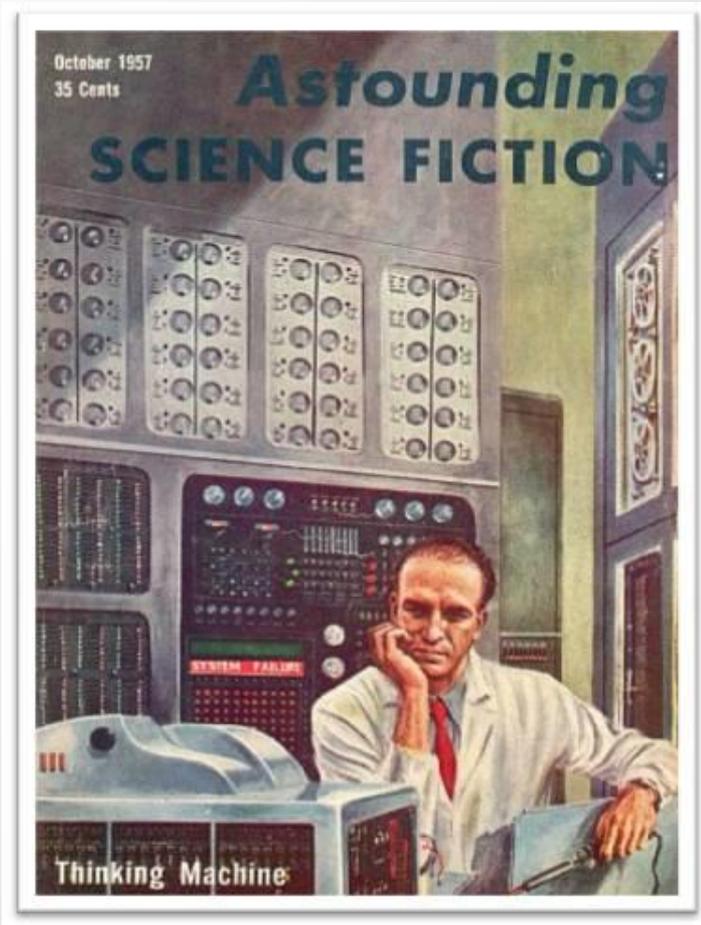


**Alan Turing vs Alick Glennie**  
"Turing Test" (game of the day Aug-10-92)  
Friendly game 1952 · Vienna Game: Falkbeer Variation (C26) · 0-1

Event	White	Black	Year	Rating	Result
Manchester, England	Alan Turing	Alick Glennie	1952	??	??

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
White																				
Black																				

# I+D+I en Informática → Chess Computers



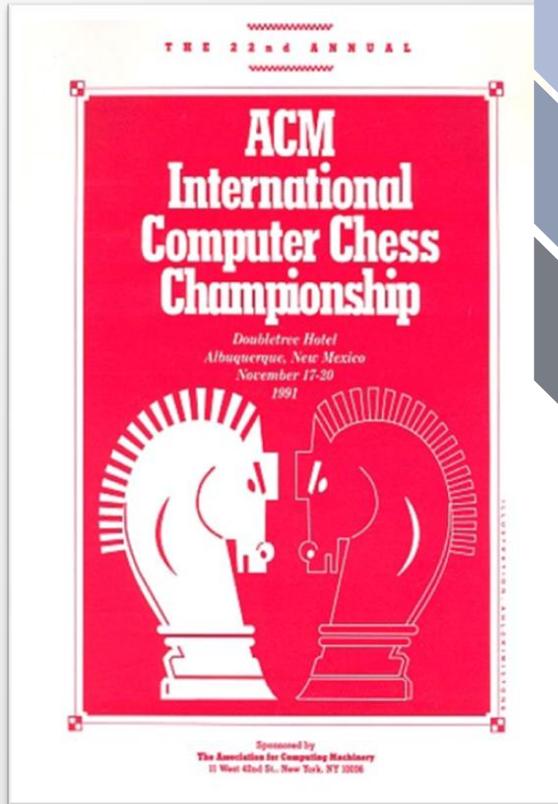
1957

- The emergence of electronic computers led to much speculation about “*thinking machines*”.

*Idea + Tecnología...*

Revista de Ciencia Ficción

# I+D+I en Informática → Chess Computers



Revista ACM

- **ACM comienza los torneos en 1970.**
- **En 1980 las máquinas llegan a un ELO 2000. Comienza el WMCC**
- **1990: las máquinas llegan al ELO de un Gran Maestro.**

De la Teoría a  
la  
Implementación

# I+D+I en Informática → Chess Computers

1997

Deep Blue derrotó a Kasparov



*Cuánto dependió del cambio tecnológico??*

# I+D+I en Informática → Steve Jobs y el I-Phone



En la Conferencia de MacWorld (San Francisco Enero 2007) Steve Jobs dijo:

“Muy de vez en cuando aparece un producto revolucionario que lo cambia todo”.

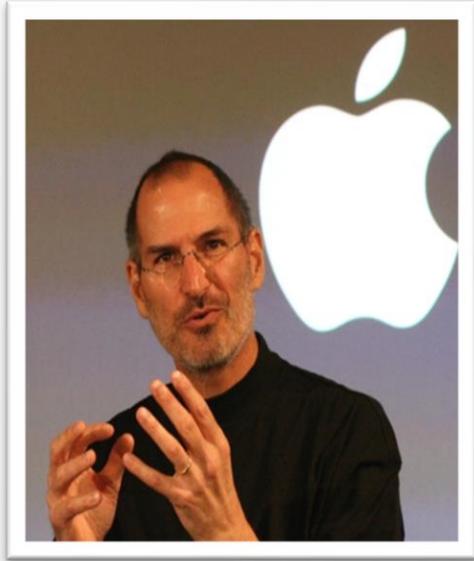
*Hoy les presentaremos 3 de estos productos :*

- ➔ *El primero es un Ipod de pantalla panorámica con control táctil.*
- ➔ *El segundo es un teléfono móvil revolucionario*
- ➔ *El tercero es un aparato de comunicación por internet de última tecnología*

Repitió la lista para darle más énfasis y exclamó:

*No se trata de tres dispositivos independientes...  
son un único aparato que llamaremos iPhone !!*

# I+D+I en Informática → Steve Jobs y el I-Phone



Cómo se llega al lanzamiento del iPhone que en 2010 había vendido 90 millones de unidades y recaudado más de la mitad de los ingresos totales generados por el mercado global de teléfonos?

*La evolución del trabajo del Jobs y su equipo de 2005 a 2007 es un ejemplo del modelo I+I+I (Innovación + Investigación + Ingeniería de producto)*

# I+D+I en Informática → Steve Jobs y el I-Phone

En 2005 el iPod funcionaba muy bien, pero los temores de Jobs por el avance de los teléfonos móviles lo llevaban a imaginar dos “productos del futuro”:

- Un teléfono como evolución del iPod.
- Una tableta electrónica.



Primer  
desafío

“Quiero fabricar una tableta y no puede tener ni puntero ni teclado”

Segundo  
desafío

“Son capaces de fabricarme una pantalla multitáctil que se maneje con los dedos?”

# I+D+I en Informática → Steve Jobs y el I-Phone



“Son capaces de fabricarme una pantalla multitáctil que se maneje con los dedos?”



En 2005 compró FingerWorks empresa de Delaware con todas sus patentes y contrató a los dos profesores que la fundaron.

En las discusiones entre el telefono P1 de rueda pulsable y el P2 con tecnología multitáctil, Jobs se definió por el segundo.



Pero más importante aún: Rechazó cualquier idea de tener un teclado físico como el Blackberry... porque *siempre se podría ser más innovador mediante el software de un teclado en pantalla!!*

# I+D+I en Informática → Steve Jobs y el I-Phone



Una vez que estaba “todo listo” con una pantalla plástica como el iPod, Jobs decidió que sería mucho mejor si la pantalla fuera de cristal



Otro desafío a las tecnologías existentes.



Steve Jobs descubrió una pequeña empresa de Corning que había desarrollado un cristal muy fuerte ... en los años 60!! Pero no le había encontrado aplicación.

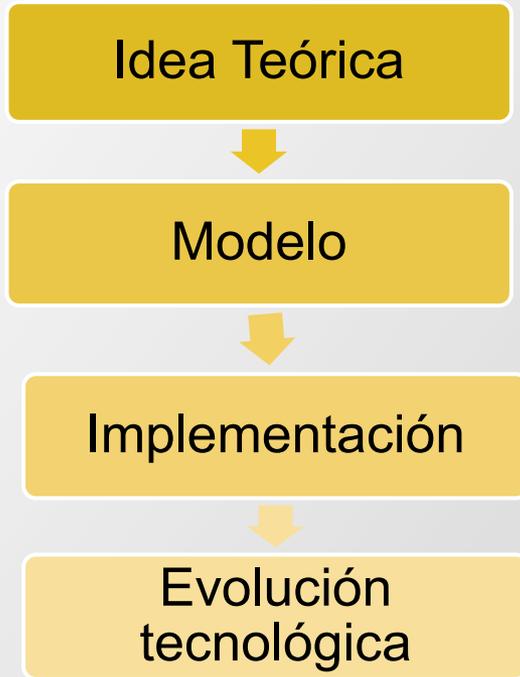


Aquel nuevo cristal estuvo listo en 6 meses... y al tenerlo Jobs lanzó todo el proyecto para atrás, de modo de eliminar la cubierta de aluminio donde iba el cristal y dejar sólo un fino bisel de acero inoxidable con la pantalla de cristal hasta los bordes →

***Reingeniería tecnológica on line!!***

# I+D+I en Informática → Analicemos...

Chess Computer



Iphone



Dónde está la investigación en cada caso? Y el rol del cambio tecnológico?

**INNOVAR ES EL DESAFIO**

# I+D+I en Informática → Analizando estos casos paradigmáticos

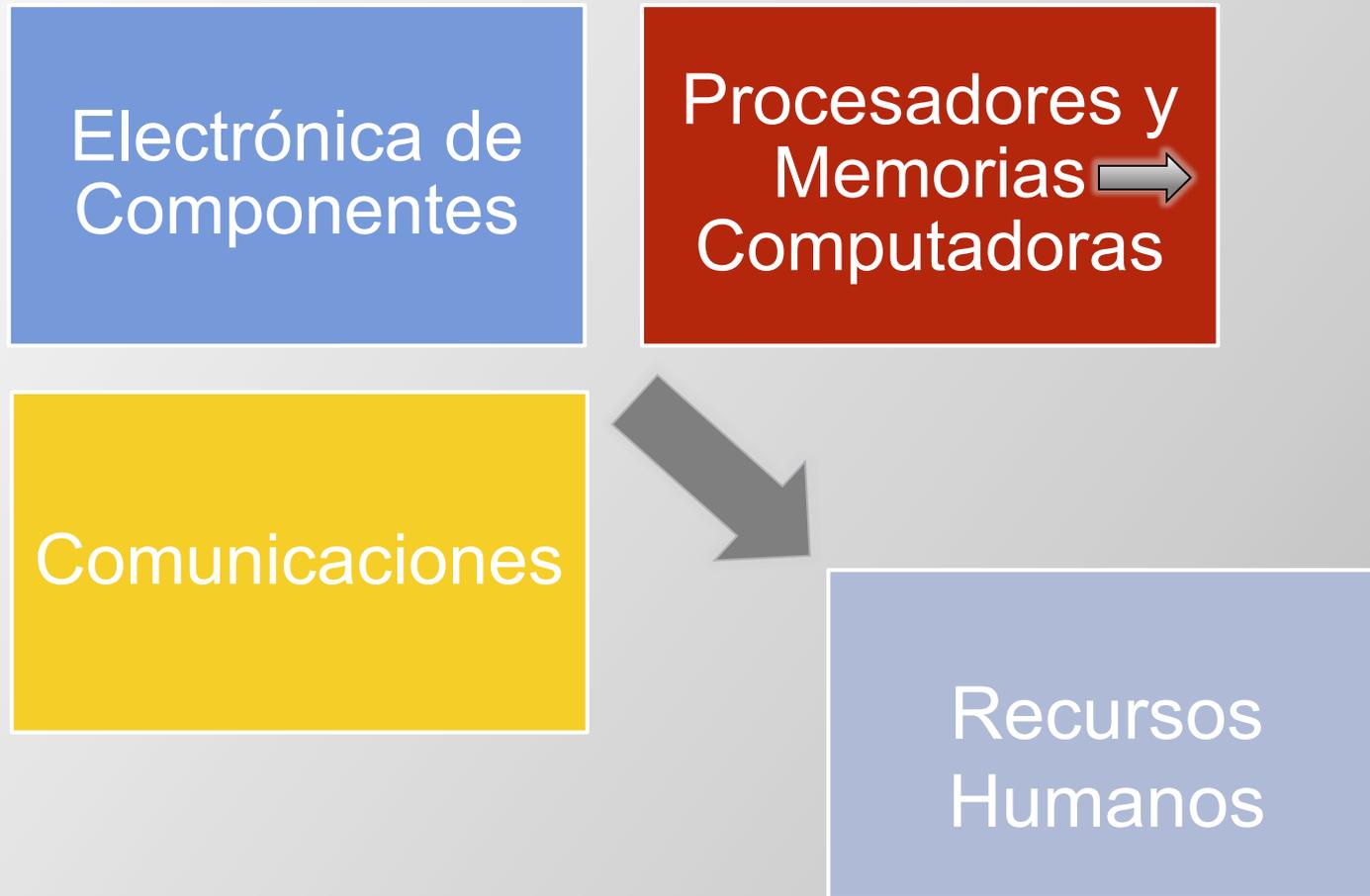
*La importancia de disponer de la tecnología adecuada.*

*En ambos casos La “idea innovadora” es el disparador de la Investigación.*

*En ambos casos el “resultado concreto” es producto de un equipo multidisciplinario de I+D.*

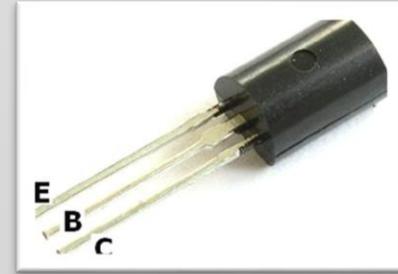
- *En ambos casos el “resultado transferible” depende de la tecnología disponible → Tiempo en la evolución*

# El cambio tecnológico y la Informática

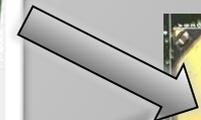
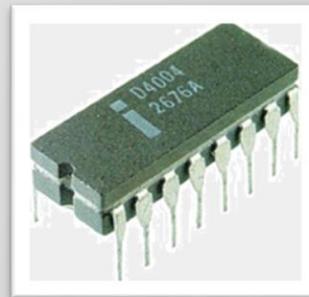
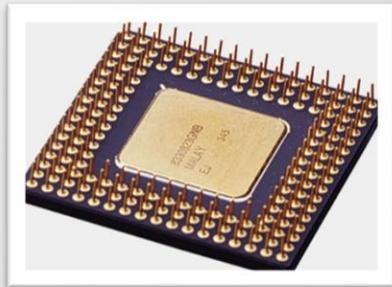
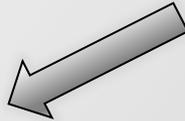


# Cúal cambio tecnológico?

## Electrónica de los componentes



SSI → MSI → LSI → VLSI



**TODO EN 60 AÑOS!**

# Cuál cambio tecnológico?

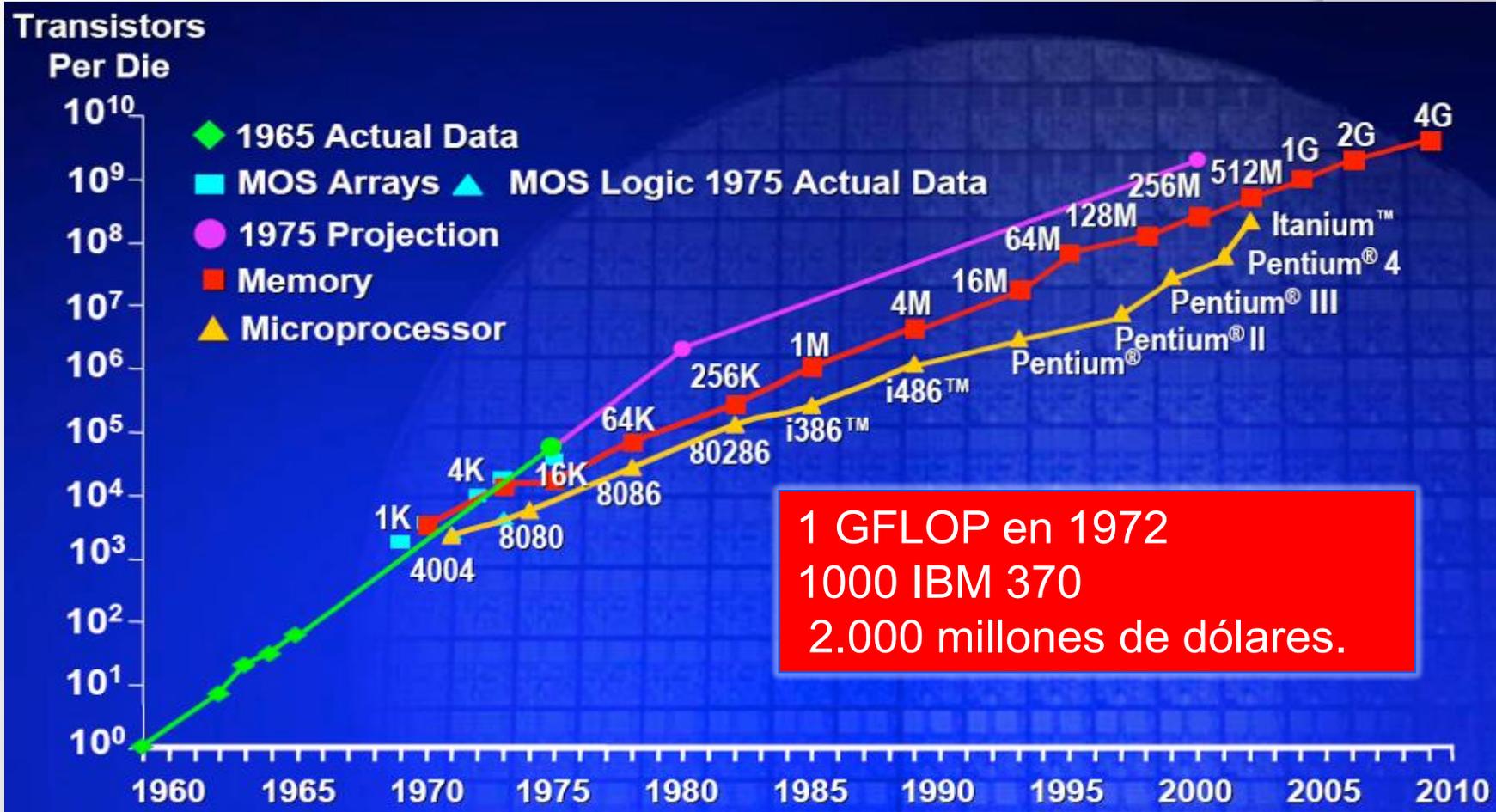
## Procesadores Memorias y Computadoras



Dónde no hay un procesador hoy?

Sólo 40 años después del microprocesador!!

# Cambio Tecnológico: Procesadores y Memorias

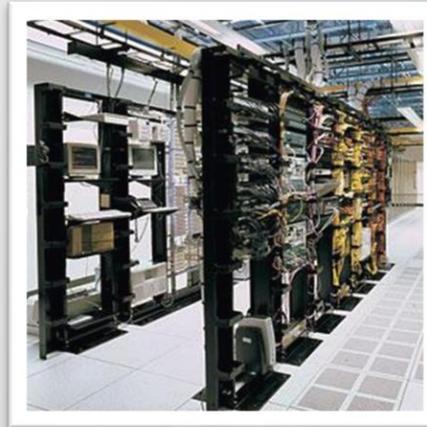
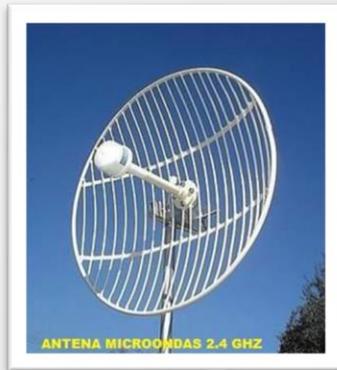


1 GFLOP en 1972  
1000 IBM 370  
2.000 millones de dólares.

1 GFLOP en 2011  
MPU4Science Cluster  
1,80 U\$S !!

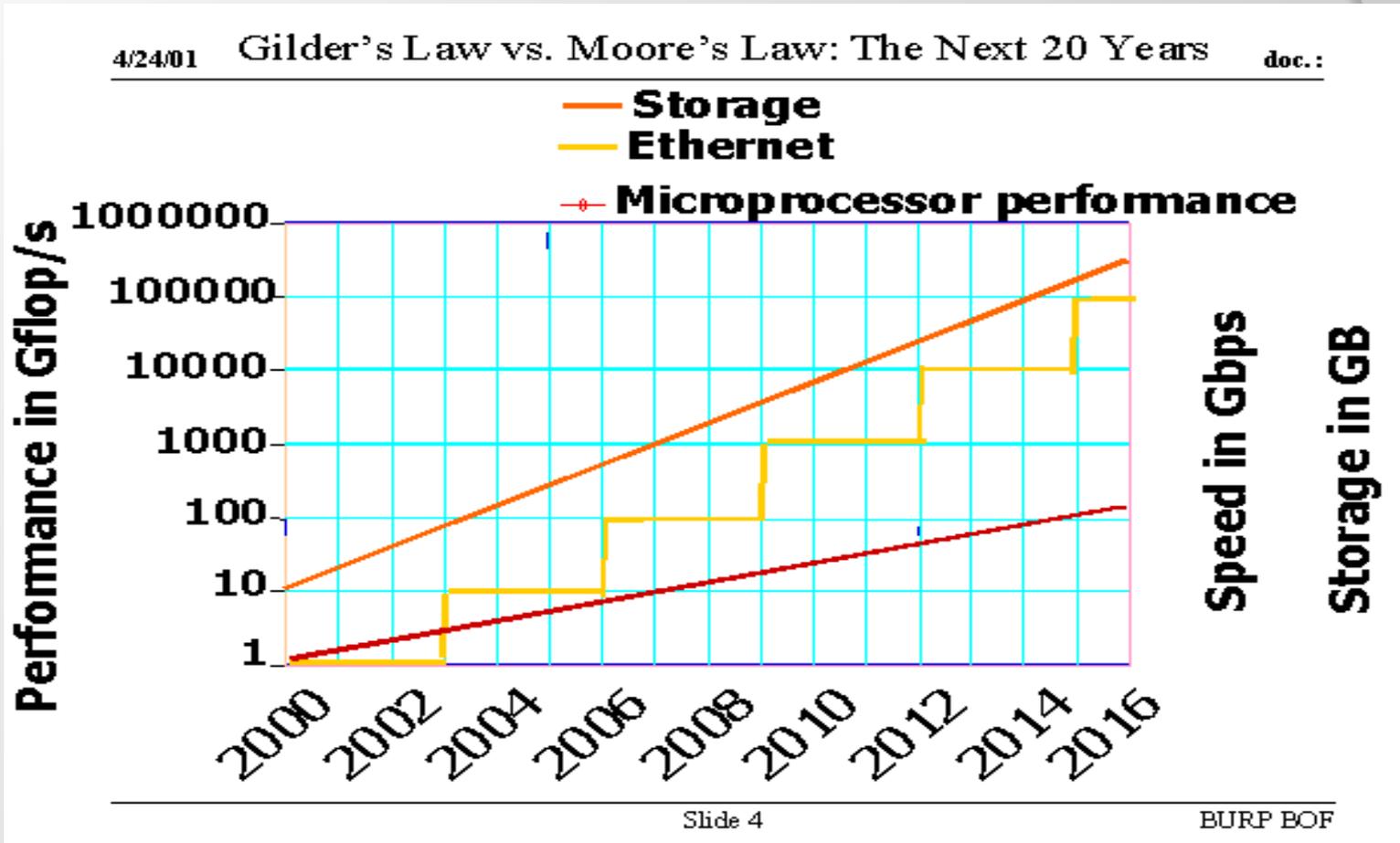
# Comunicaciones: cambio tecnológico

Medios, Técnicas, Velocidad, Volumen, Redes...



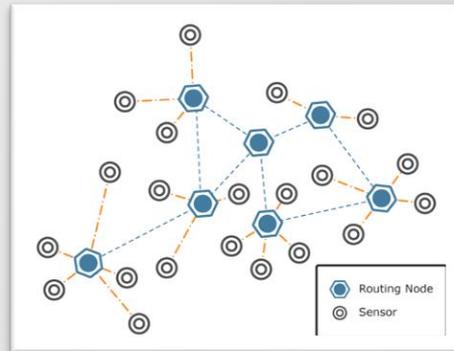
# Cuál cambio tecnológico?

## Las comunicaciones



La velocidad de cambio en las comunicaciones es MAYOR que la Ley de Moore

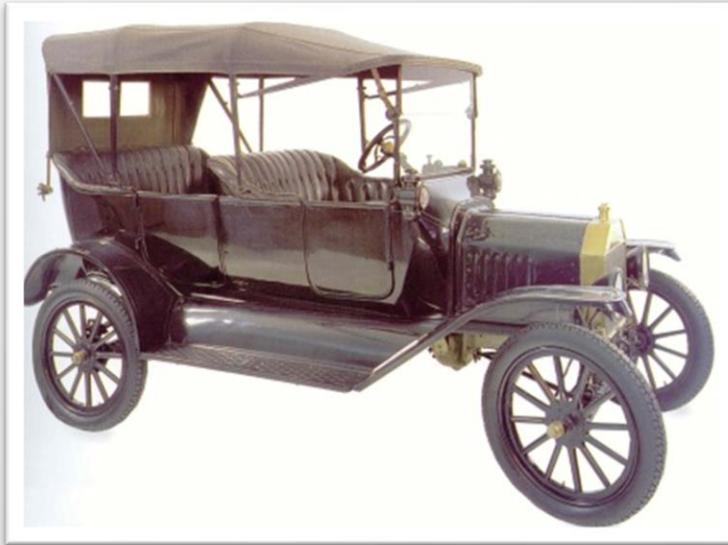
# Cuál cambio tecnológico? Tecnologías Móviles



# La velocidad del cambio tecnológico

Comparando con otras tecnologías industriales

ANTES...



70 km/hora  
10.000 U\$S

...AHORA



280 Km/hora  
40.000 U\$S

# La velocidad del cambio tecnológico

Comparando con otras tecnologías industriales



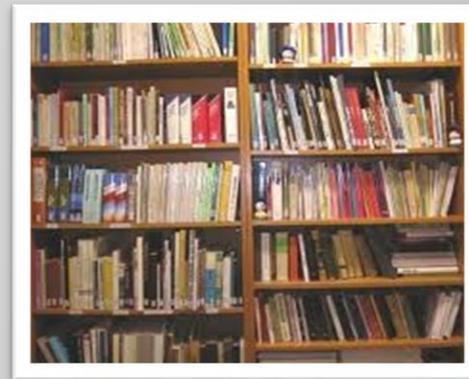
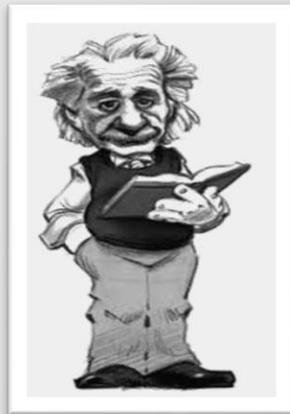
3 GHz  
50.000 MIPs  
U\$S 1000

# Impacto del Cambio tecnológico

*Este cambio motoriza la Investigación en Informática?*

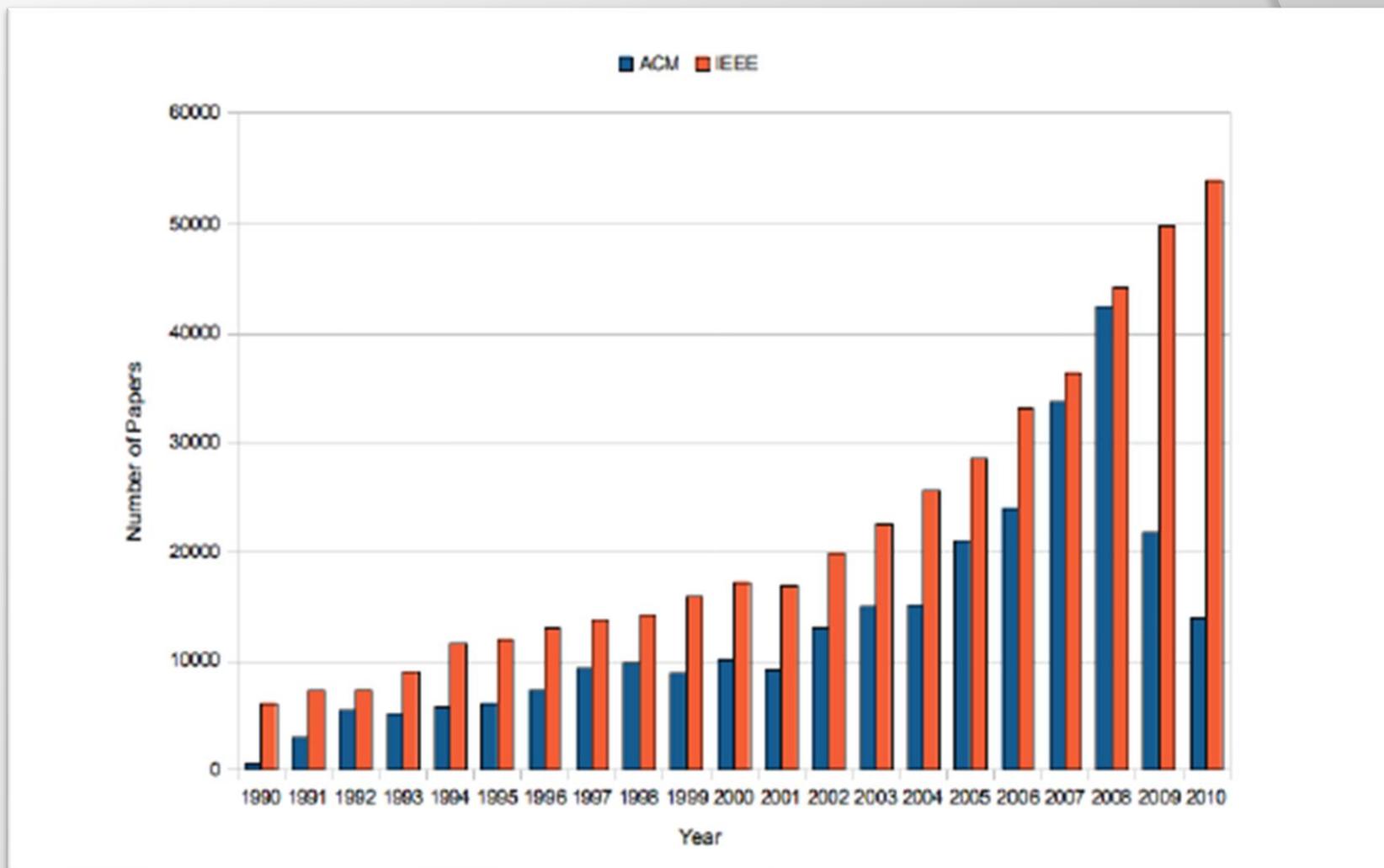
*Este cambio impacta sobre la Educación en Informática?*

*La hipótesis está planteada...  
Cómo verificarla??*



# Evolución de los temas de Investigación en Informática

**Estudio 1990-2010 ACM e IEEE - 574.388 papers**



# Evolución de los temas de Investigación en Informática

ACM

Palabras con  
tendencia creciente en  
los últimos años

Últimos 20 años

Security

Data Mining

Wireless

Clustering

XML

Web Services

Simulation

Semantic Web

Grid Computing



Últimos 5 años

Cloud Computing

Social networks

Privacy

Virtualization

Collaboration

Wireless sensor nets

Visualization

Evaluation /Performance

Search

# Evolución de los temas de Investigación en Informática

IEEE

Palabras con  
tendencia creciente en  
los últimos años

Últimos 20 años

Internet

Sensor Network

Clustering

Parallel machine

Data Mining

XML

Wireless Network

Grid Computing

Cryptography



Últimos 5 años

Network

Database

Cloud Computing

Clustering

Parallel machine

Data Mining

Machine learning

Virtual machine

Image processing

# Evolución de los temas de Investigación en Informática

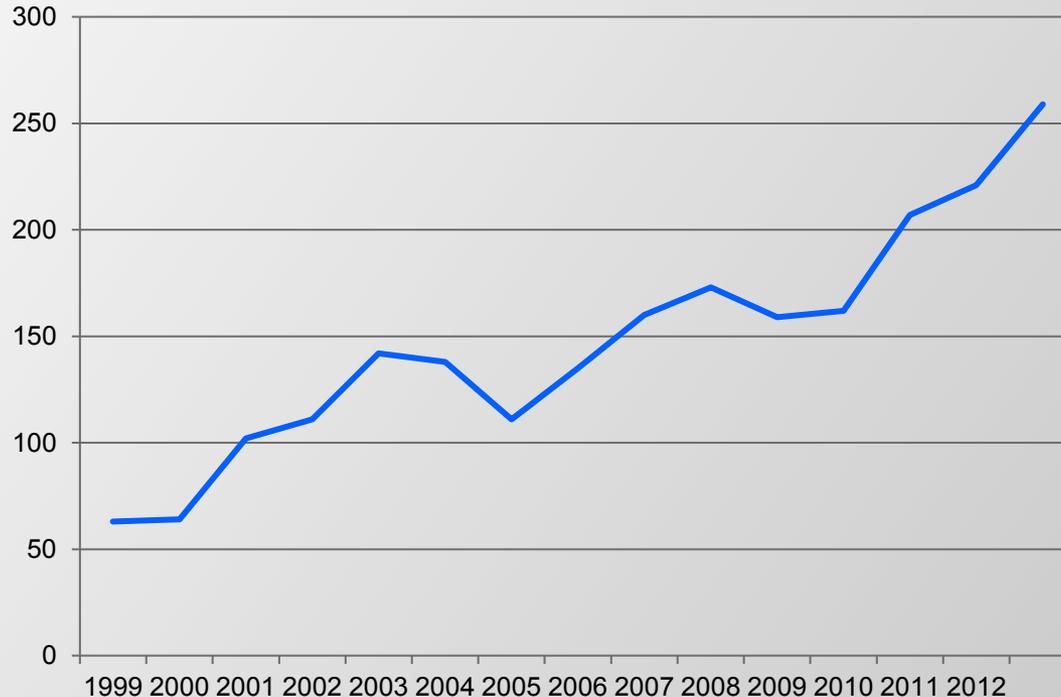
**Estudio ACM e IEEE** → *Otros Datos*

- ✓ *Duración de los temas / líneas de I/D*
- ✓ *Persistencia de los temas a través del tiempo*
- ✓ *Tamaño de los equipos que publican en conjunto*
- ✓ *El orden entre publicación y financiamiento*

# Evolución de los temas de Investigación en Informática en Argentina

## Estudio 1999-2013 sobre WICC

**Cantidad de trabajos**

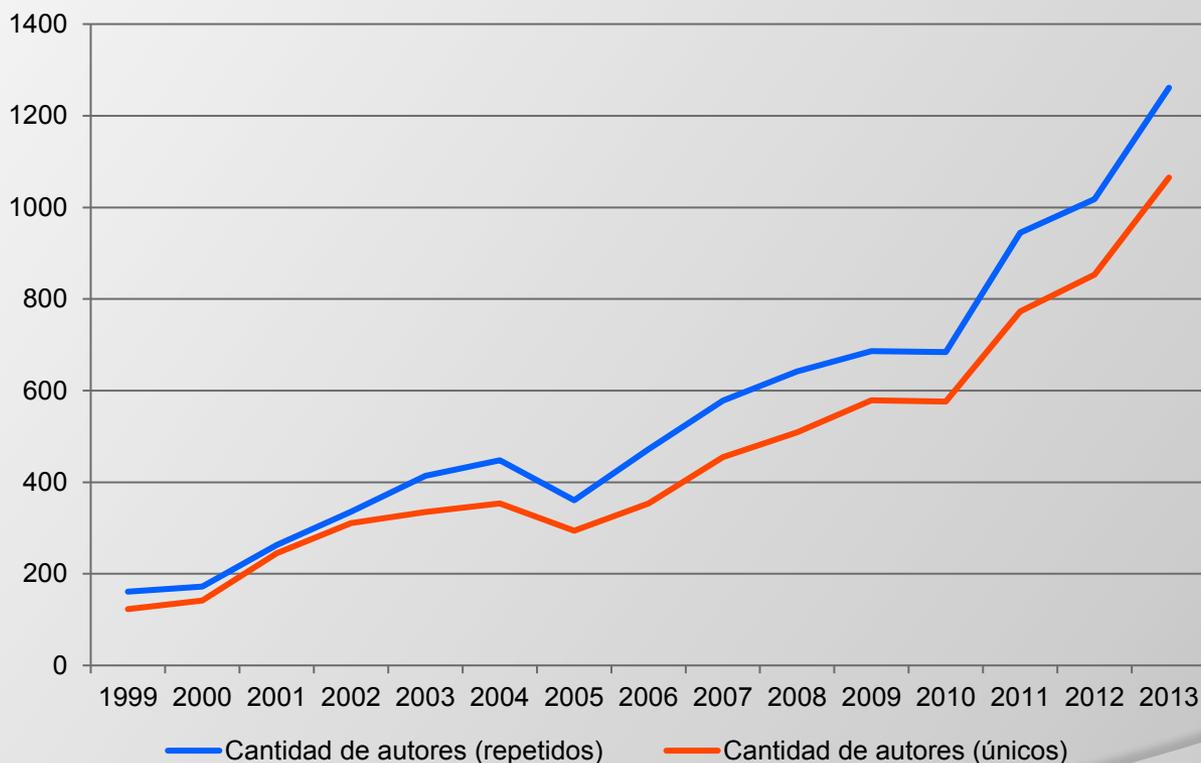


Año	Cantidad de trabajos
1999	63
2000	64
2001	102
2002	111
2003	142
2004	138
2005	111
2006	135
2007	160
2008	173
2009	159
2010	162
2011	207
2012	221
2013	259

# Evolución de los temas de Investigación en Informática en Argentina

## Estudio 1999-2013 sobre WICC

### Cantidad de autores



### Cantidad de autores

161  
172  
263  
336  
414  
448  
361  
472  
578  
642  
686  
684  
945  
1018  
1261

# Evolución de los temas de Investigación en Informática en Argentina

**Keywords más utilizadas en WICC de 1999 a 2013 (pesadas x nro. autores)**

Palabra	Cantidad
Cluster	193
Sistemas Distribuidos	180
Sistemas Paralelos	168
TIC	166
Grid y Cloud Computing	163
Sistemas Multiagentes	158
Minería de Datos	139
Redes Neuronales	138
E-learning	131

Palabra	Cantidad
Multicluster	122
Visualización	120
Calidad	118
Ontología	111
Reconocimiento de Patrones	111
Ingeniería de software	111
Metaheurísticas	107
Agentes inteligentes	105
Robótica	104
Base de datos distribuidas	102
Virtualización	98
Simulación	88

# Evolución de los temas de Investigación en Informática en Argentina

WICC

Palabras con  
tendencia creciente en  
los últimos años

Últimos 10 años
Sistemas Paralelos
Cluster y Multicluster
Sistemas Inteligentes
Grid y Cloud Computing
E-Learning
Sistemas Distribuidos
Calidad de Software
Objetos de Aprendizaje
Minería de Datos



Últimos 5 años
Sistemas Paralelos
Multicluster
Virtualización
Metaheurísticas
Grid y Cloud Computing
Sistemas Distribuidos
Cluster
Reconocimiento de Patrones
Minería de Datos

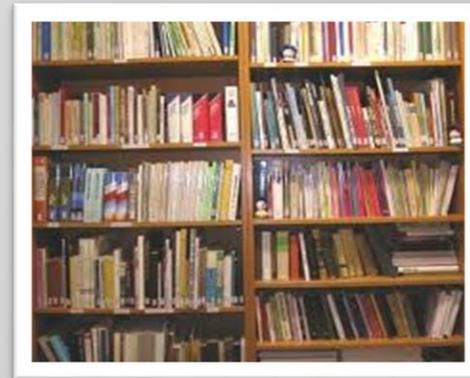
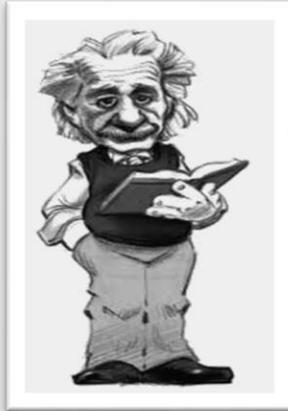
# Evolución de los temas de Investigación en Informática en Argentina

## Comentarios Adicionales

- El número medio de Investigadores por ponencias presentadas en WICC es de 3,7. Pero ha evolucionado de **2.55** por línea de I/D en 1999 a **4.70** en 2013.
- El número de autores diferentes se ha multiplicado **más de 7 veces** en estas 15 ediciones estudiadas.
- La persistencia de los temas (reflejada en las posiciones relativas de las palabras clave) es corta. Menos de **5 años**.
- Así como hay temas con tendencia creciente, hay otras con tendencia decreciente. **Ninguna** de las 10 palabras clave más mencionadas en 1999-2002 figuran en las primeras 20 en 2009-2013.

# Evolución de los temas de Investigación en Informática en Argentina / USA

Los cambios tecnológicos han motorizado la Investigación en Informática??



Los resultados parecen ser muy significativos, avalando la hipótesis planteada.

# Desde cuándo hablamos de “Informática” ??

1962

Philippe Dreyfus

*La **Informática** es la ciencia aplicada que abarca el estudio y aplicación del tratamiento automático de la información, utilizando sistemas computacionales, generalmente implementados como dispositivos electrónicos.*

***"information" + "automatique"***

# Evolución de la definición de Informática

2003

ACM

***“Computer science is the study of computers and algorithmic processes, including their principles, their hardware and software designs, their applications, and their impact on society”***

***El cambio tecnológico genera nuevos horizontes a la disciplina.***

# El cambio tecnológico como motor de la Investigación en Informática

## Algunas reflexiones personales

La duración de los temas de I+D+I y su relación con el cambio tecnológico.

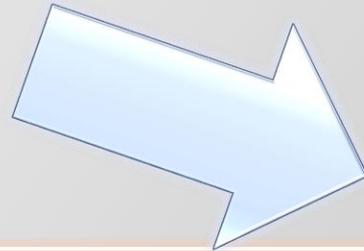


*La persistencia de los temas está asociada con los cambios tecnológicos que los impactan*

# El cambio tecnológico como motor de la Investigación en Informática

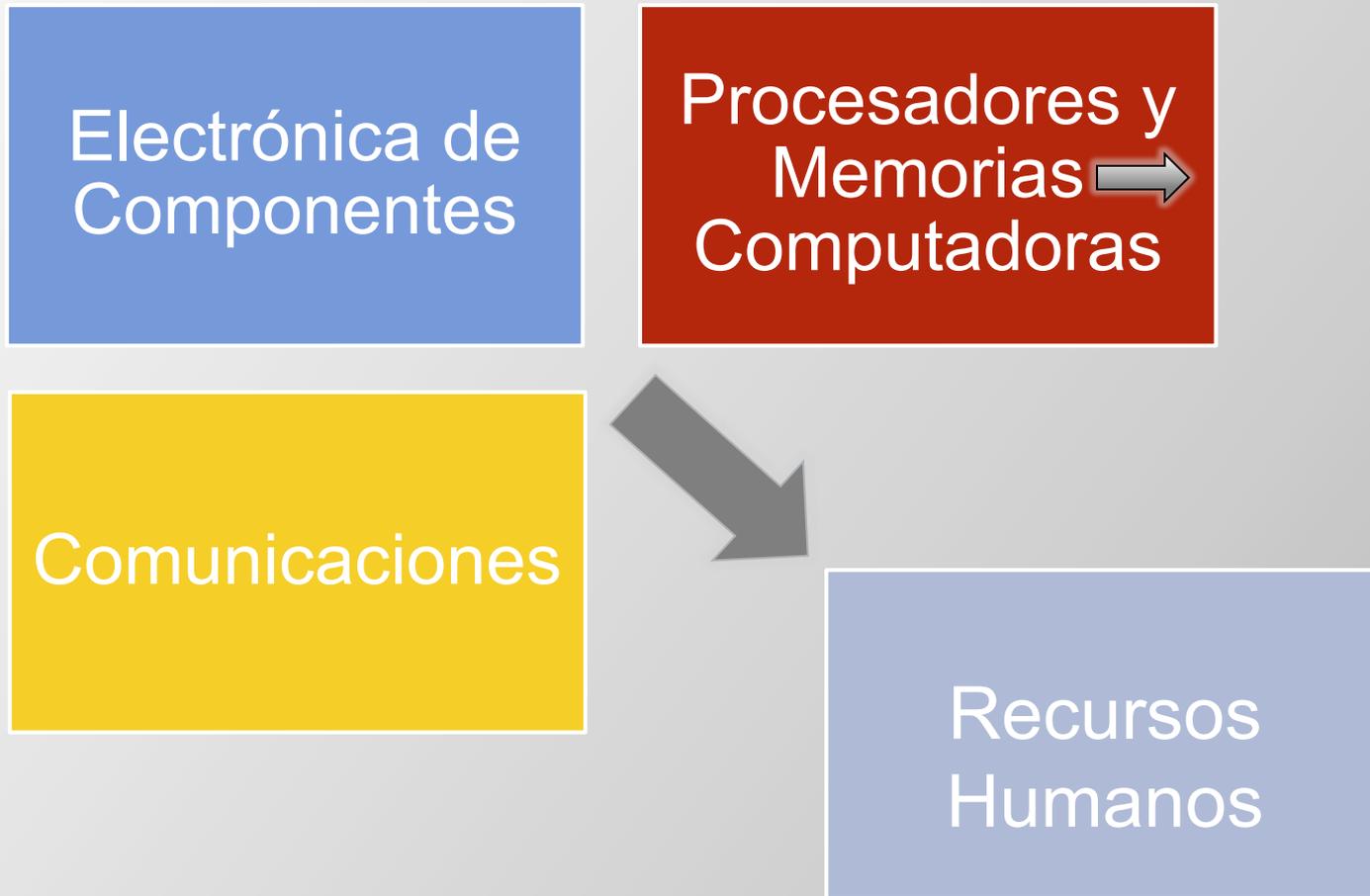
## Algunas reflexiones personales

El cambio tecnológico es un motor de ideas innovadoras... que pueden llegar a productos innovadores.



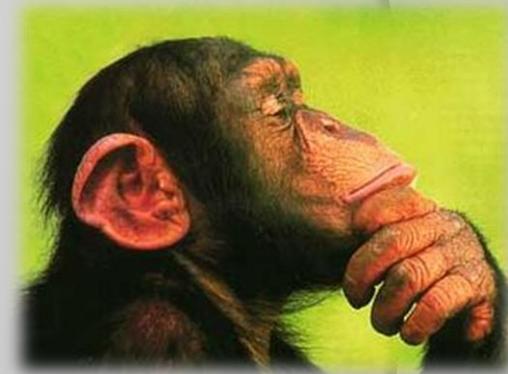
*El cambio tecnológico genera NUEVAS aplicaciones en áreas que atraviesan toda la sociedad y todas las actividades...*

# El cambio tecnológico y la Educación en Informática



# Cuáles son las competencias más buscadas en Informática?

- Capacidad para resolver problemas.
- Capacidad de modelización del mundo real.
- Capacidad de análisis y de síntesis.
- Trabajo en equipo.
- Trabajo Experimental
- Capacidad de organización y planificación.
- Adaptación a las nuevas tecnologías.
- Calidad en productos y procesos.
- Importancia de la Innovación.
- Productividad (en tiempos y costos)
- Actualización continua.



*Se alcanzan??*

# El cambio tecnológico y la Educación en Informática... y el alumno??

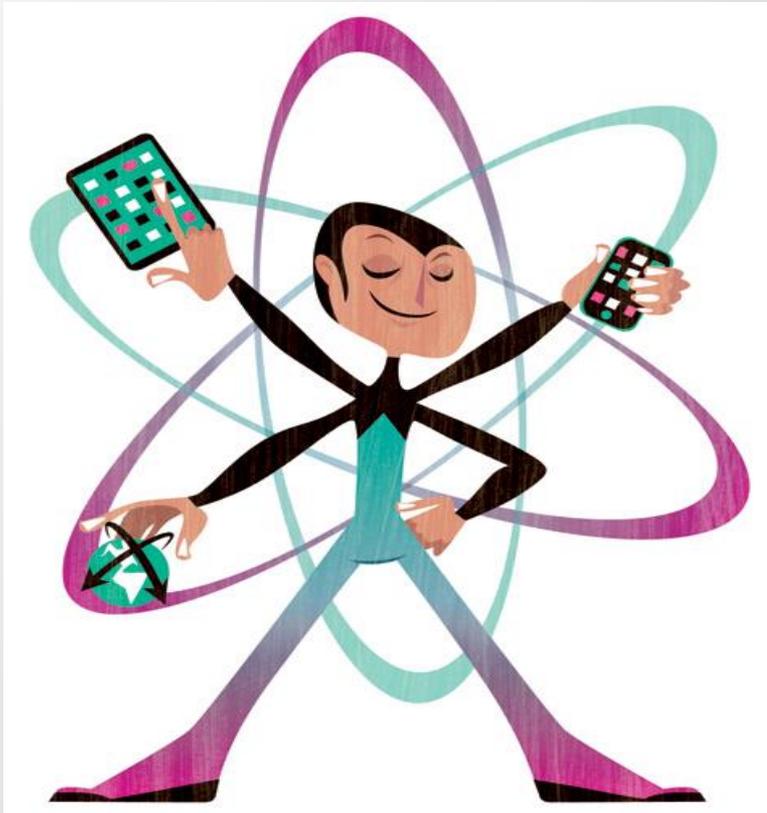


A los nativos digitales les gusta el trabajo en paralelo y multitarea.

Prefieren las imágenes al texto.

Son interactivos por naturaleza.

# El cambio tecnológico y la Educación en Informática... y el alumno??



Los nativos digitales no pueden vivir sin estar conectados.

Trabajan mejor cuando lo hacen en red.

Prefieren los juegos al trabajo “serio”.

Trabajan por prueba y error.

# Impacto del Cambio tecnológico en la Educación en Informática

***El cambio en la tecnología de los procesadores, memorias y comunicaciones obliga a un cambio curricular esencial que tiene entre otros puntos:***

- ✓ **Abandonar el “modelo Von Neumann” y la programación puramente secuencial.**
- ✓ **Introducir en forma temprana los conceptos de concurrencia y paralelismo.**
- ✓ **Que el alumno comprenda el impacto de la tecnología que conduce al modelo de “cloud computing” y al procesamiento de “big data”**

# Impacto del Cambio tecnológico en la Educación en Informática

***El cambio en las características del alumno, su acceso a múltiples fuentes de información y las características propias de los “nativos digitales” obligan a cambios en la educación:***

- ✓ **Nuevas metodologías con mayor interacción.**
- ✓ **Actividad a distancia, asincrónica y adaptada al alumno.**
- ✓ **Uso de la tecnología y las redes sociales, recursos propios del alumno.**
- ✓ **Desarrollo de herramientas de enseñanza y aprendizaje que se adapten al alumno.**

# Los ejes en la formación universitaria en Informática



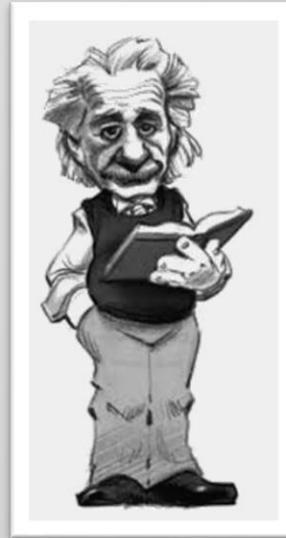
Mundo real  
⇒ Productos  
⇒ Aplicaciones

## Perfiles, Titulaciones y Cambio Tecnológico

# Perfil de un Informático clásico...



Conocimiento



Mundo Real

# Qué esperamos de un Informático?



Conocimiento  
Previo



Cambio  
Tecnológico



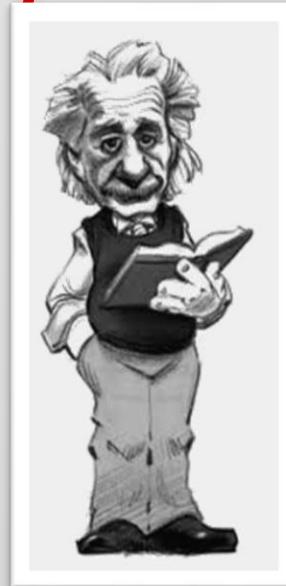
Nuevo  
Conocimiento



Siempre...



Aplicaciones



# Impacto del cambio tecnológico en la Educación en Informática

**Algunas reflexiones personales**

**FORMAR para el aprendizaje continuo**

**FORMAR para lograr competencias**

**FORMAR para la Innovación**



# El cambio tecnológico y su impacto en la Investigación y Educación en Informática



## Agenda

- ✓ *El Ciclo I+D+I y sus variantes.*
- ✓ *El cambio tecnológico y la Investigación en Informática.*
- ✓ *Datos y Reflexiones.*
- ✓ *La generación Z y el cambio tecnológico.*
- ✓ *El cambio tecnológico y la Educación en Informática.*
- ✓ ***El desarrollo de CMRE como caso de estudio.***
- ✓ *Algunas Conclusiones.*

# El Proyecto CMRE como respuesta al cambio tecnológico

El entorno CMRE (Concurrent Multi Robot Environment) es una herramienta destinada a introducir los conceptos de concurrencia y paralelismo, con un enfoque visual e interactivo combinado con el empleo de robots físicos para la demostración de los conceptos y ejemplos de desarrollo.



- *Desarrollar un entorno visual interactivo (ciudad y robots)*
- *Modelizar el contexto de una arquitectura multiprocesador.*
- *Desarrollar un Lenguaje de Programación orientado a la Concurrencia*
- *Comunicar el entorno con los robots virtuales y físicos.*
- *Desarrollar herramientas para el aprendizaje de los alumnos.*

# El Proyecto CMRE como respuesta al cambio tecnológico

Declarar procesadores /robots virtuales con clock propio.

Disponer de "objetos" que son datos básicos para los robots.

Declarar recursos compartidos o exclusivos.

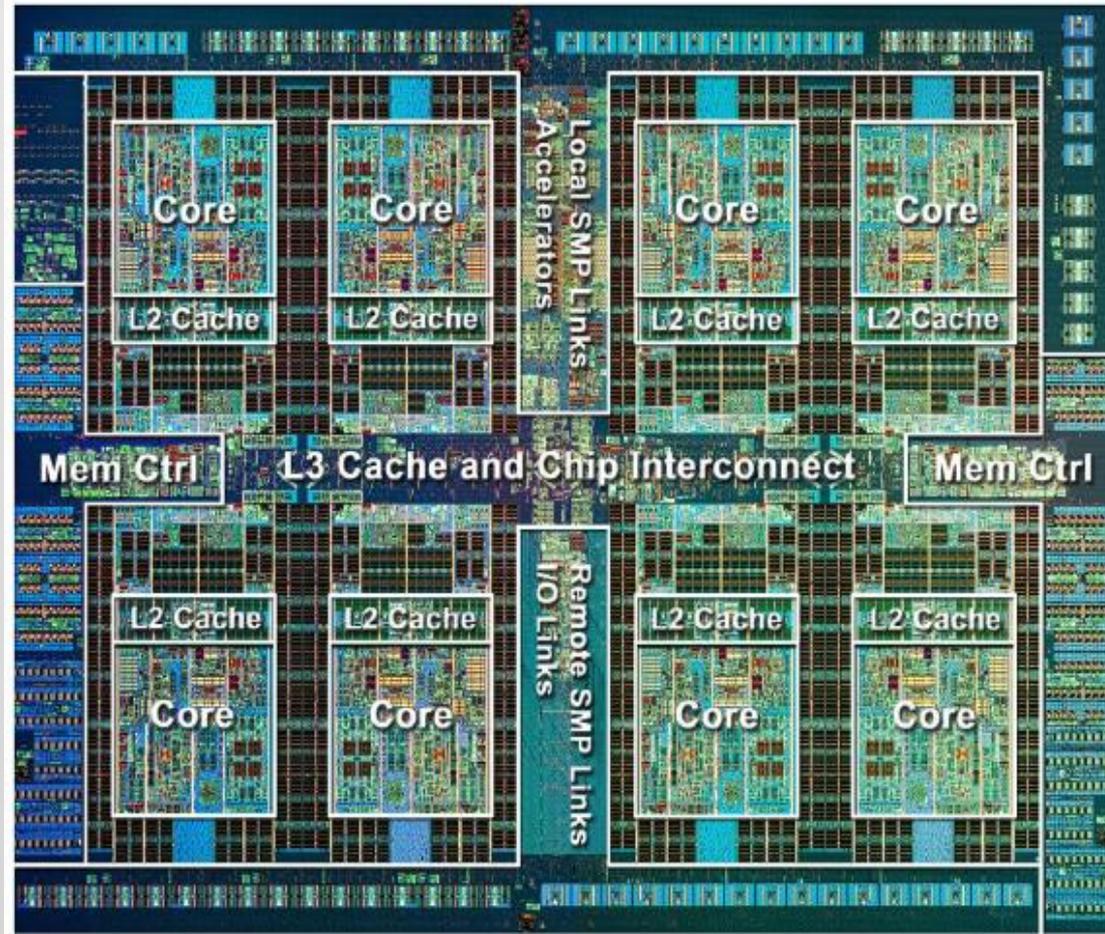
Comunicación por mensajes sincrónicos y/o asincrónicos.

Permitir la exclusión mutua selectiva.

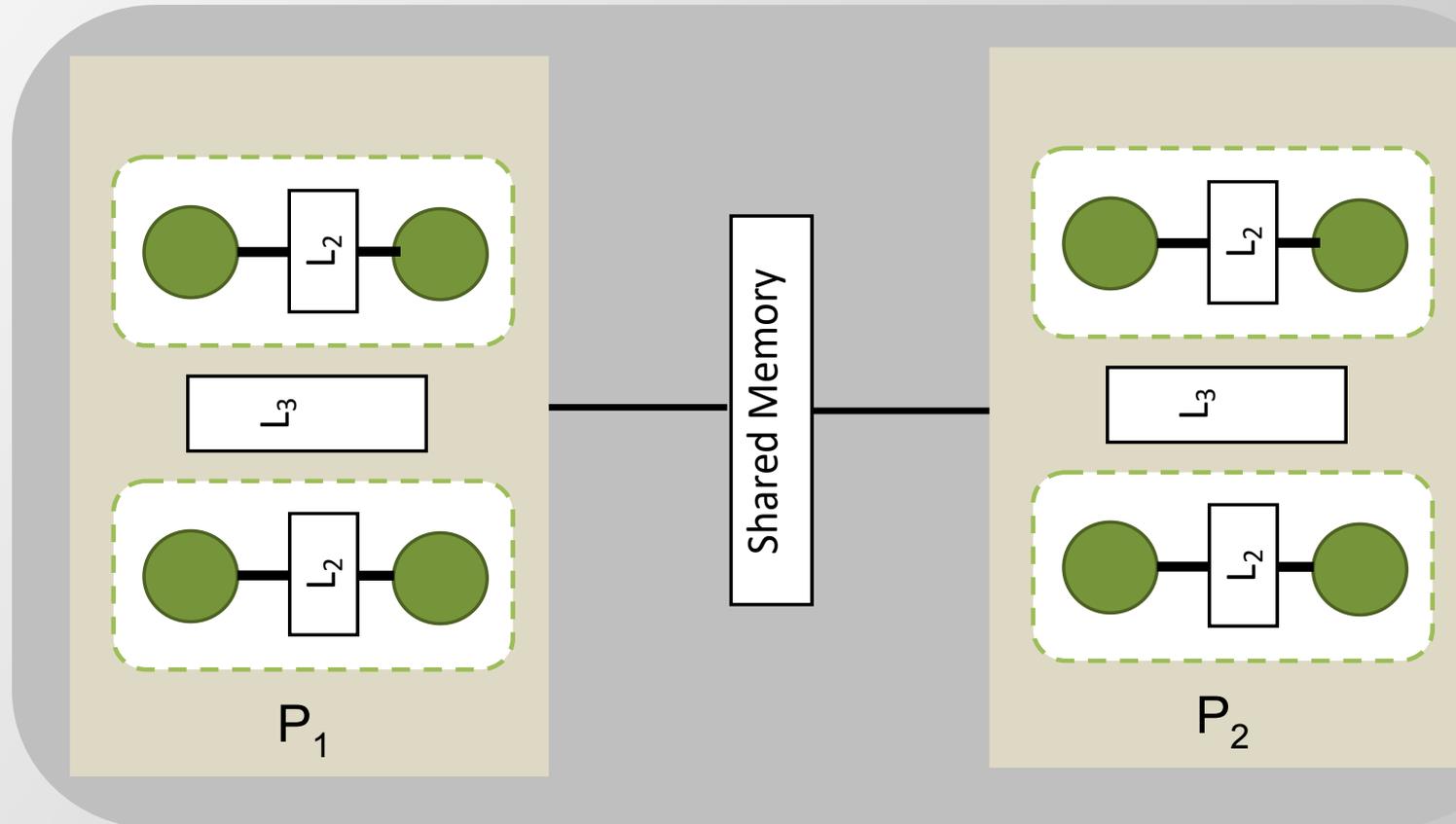
Primitivas de sincronización por memoria compartida.

# Multicore típico Power7+ (Oct 2012)

- 2.1B transistors
- 567 mm<sup>2</sup>
- 64 bit, 8-core processor
  - 12 execution units
  - 4-way SMT per core
  - 32 threads per chip
  - 256KB L2 per core
  - 80MB on chip shared L3
- Scalable to 32 sockets
  - off-chip B/W: 360 GB/s
  - 20,000 coherent operations in flight



# Conceptualmente, QUE es un Multicore? Cómo relacionarlo con CMRE?



# Qué debemos reflejar en CMRE ?

- Múltiples procesadores
- Memoria compartida y distribuida
- Diferentes clocks.
- Múltiples threads/proceso simultáneos.
- Potencial heterogeneidad en varios aspectos.

Es el cambio más significativo de la Informática en los últimos años

# Qué debemos reflejar en CMRE ?

Múltiples procesadores (un procesador= un core)	Múltiples robots (con un proceso por robot)
Memoria compartida	Áreas compartidas de la ciudad
Memoria distribuida	Áreas exclusivas por robot
Comunicación entre procesos por mensajes	Envío y recepción de mensajes entre robots.
Exclusión mutua sobre recursos compartidos	Bloqueo de esquinas de la ciudad.
Exclusión mutua selectiva	Acceso a áreas parcialmente compartidas.

# Qué debemos reflejar en CMRE ?

Modelo de ejecución sincrónico	Reloj virtual sincrónico.
Arquitecturas heterogéneas	Cada robot puede tener su propio clock virtual.
Datos locales o globales	Objetos numerables en la ciudad (flores/papeles).
Métricas de rendimiento	Tiempos de ejecución definibles para cada robot.
Consumo como métrica de performance.	Consumo definible para las operaciones de c/robot.

# Aspectos de Implementación en CMRE

## robots

{defino el comportamiento de cada tipo de robot}

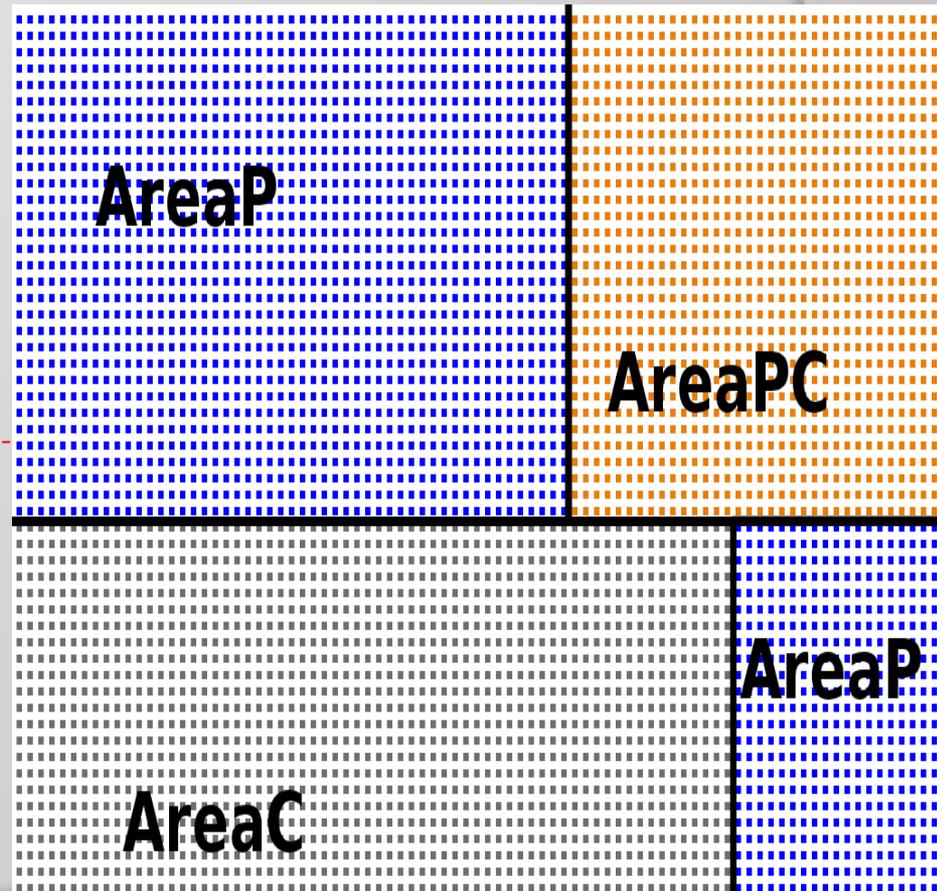
```
robot tipo1
  comenzar
  {cuerpo}
  fin
```



## areas

{defino la estructura de la ciudad}

```
nombreArea1: tipoArea(Coord0, Coord1,
Coord2, Coord3)
```



# Aspectos de Implementación en CMRE

Manejo de colisiones

Lenguaje Java  
Intérprete

Interfaz Gráfica

Comunicación  
y  
sincronización

The screenshot shows the LMRE - LIDI MultiRobot Environment interface. It features a central code editor with the following Java code:

```
1. (ejemplo resultado de sintaxis)
2. programa escalera
3. robots
4. robot tipo1
5. comenzar
6. repetir 49
7.   mover
8.   derecha
9.   mover
10.  repetir 3
11.   | derecha
12. Informar(PosAv, PosCa)
13. fin
14. variables
15. | robot1: tipo1
16. comenzar
17. | iniciar(robot1, 1, 1)
18. fin
```

On the left, there is a 'Miniatura...' (Thumbnail) area and a status panel for 'robot1' showing its position as (0,0) and a grid of 'Bolsa Esquina' (Bag Corner) with values F P F P and 0 0 0 0.

On the right, there is a control panel with 'Elemento:' (Flores), 'Avenida:' (\*), and 'Calle:' (\*). Below this is a 'Cantidad:' input field (0) and an 'Agregar' button. A table titled 'ROBOTS' is also present:

Robot	Flores	Papeles	Color
robot1	0	0	

The bottom of the interface shows a large grid representing the environment.

# El Proyecto CMRE como respuesta al cambio tecnológico: Resultados

- *Se desarrolló el entorno visual interactivo (ciudad y robots)*
- *Se implementó un lenguaje de programación específico, el compilador y el monitor de ejecución.*
- *Se desarrollaron diferentes herramientas para el autoaprendizaje de los alumnos.*
- *Se desarrolló la comunicación con robots físicos externos vía WIFI y Bluetooth.*
- *Lo están utilizando desde 2013 unos 600 alumnos en la UNLP. Asimismo lo están adoptando diferentes Universidades.*
- *CMRE se ha mostrado como una herramienta útil para dar Concurrencia y Paralelismo en los cursos CS1.*

# El cambio tecnológico y su impacto en la Investigación y Educación en Informática



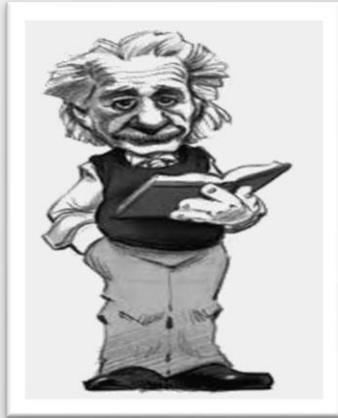
# El cambio tecnológico como motor de la Investigación y la Educación en Informática

## Breves Conclusiones



*La tecnología seguirá cambiando.*

*La velocidad de cambio será cada vez mayor*



*Formar recursos humanos con capacidad de adaptación al cambio tecnológico.*

*Formar profesionales e investigadores con capacidad de INNOVACION.*

# El cambio tecnológico como motor de la Investigación y la Educación en Informática



Preguntas?