

# Historia de las Ciencias y Tecnologías de la Información: perspectivas a futuro

Andrés Romero Mier y Terán  
[andres.romero@lri.fr](mailto:andres.romero@lri.fr)

# Primeras formas de comunicación a distancia



Figura: Tambores Tam Tam africanos.

- ▶ Durante siglos, en África, Nueva Guinea y la América tropical, diferentes culturas han usado la telegrafía por tambores como medio de comunicación a distancia.
- ▶ Un mensaje en tambores puede recorrer más de 150 km en una hora.
- ▶ Los primeros exploradores europeos fueron sorprendidos por este sistema de comunicación que prevenía a las diferentes poblaciones de su llegada.

# Primeras formas de comunicación a distancia



Figura: «Teponaztli» mesoamericano.

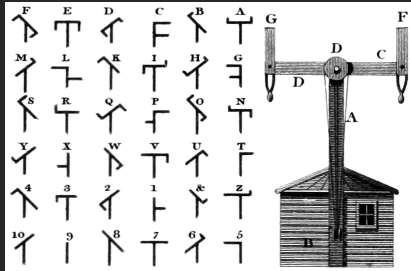
«Oímos el tañer del cu mayor, que es donde estaban sus ídolos Huichilobos y Tezcatepuca, que señorea el altar de él a toda la ciudad y tañían un atambor [el panhuéhuetl], el más triste sonido . . . como instrumento de demonios y retumbaba tanto que se oyera a dos leguas y juntamente con él muchos atabalejos y caracoles y bocinas y silbos.» *Bernal Díaz del Castillo*

# El telégrafo óptico o Semáforo Napoléonico



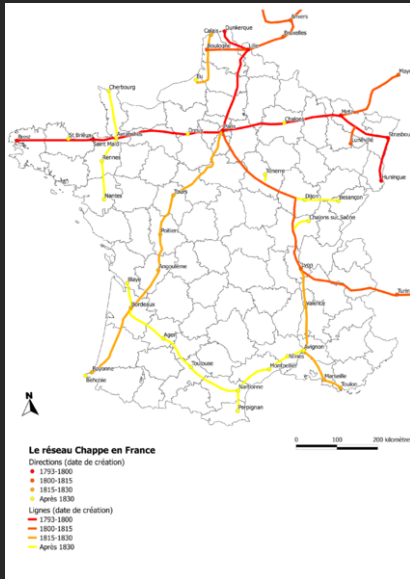
- ▶ Inventado en Francia en 1792 por **Claude Chappe**.
- ▶ Popular a finales del siglo XVIII e inicios del XIX.
- ▶ Precursor del telégrafo eléctrico:
  - ▶ Largas distancias más rápido que a caballo.
  - ▶ Limitado por la geografía y el clima.
  - ▶ Más caro y menos privado que el telégrafo eléctrico.

# El telégrafo óptico o Semáforo Napoleónico



- ▶ Inventado en Francia en 1792 por **Claude Chappe**.
- ▶ Popular a finales del siglo XVIII e inicios del XIX.
- ▶ Precursor del telégrafo eléctrico:
  - ▶ Largas distancias más rápido que a caballo.
  - ▶ Limitado por la geografía y el clima.
  - ▶ Más caro y menos privado que el telégrafo eléctrico.

# El telégrafo óptico o Semáforo Napoleónico



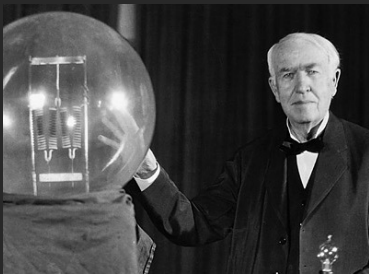
- ▶ Inventado en Francia en 1792 por **Claude Chappe**.
- ▶ Popular a finales del siglo XVIII e inicios del XIX.
- ▶ Precursor del telégrafo eléctrico:
  - ▶ Largas distancias más rápido que a caballo.
  - ▶ Limitado por la geografía y el clima.
  - ▶ Más caro y menos privado que el telégrafo eléctrico.

# El telégrafo óptico o Semáforo Napoléonico



## Siglo XX: contexto histórico

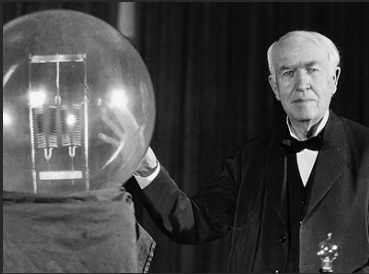
- ▶ En los inicios del siglo XX, Thomas Edison era el inventor más conocido en el mundo.
- ▶ Edison se preocupaba más por conseguir resultados que en explicar el funcionamiento de las cosas.





## Siglo XX: contexto histórico

- ▶ En los inicios del siglo XX, Thomas Edison era el inventor más conocido en el mundo.
- ▶ Edison se preocupaba más por conseguir resultados que en explicar el funcionamiento de las cosas.



«Siempre puedo contratar nuevos matemáticos, pero ellos no pueden contratarme a mi.» *Thomas Alba Edison*

# Siglo XX: contexto histórico

Para ser un inventor se necesita:

«Destreza manual (mecánica) e ingenuidad. No es necesario el entrenamiento ni el conocimiento científico.» *Jon Gertner*

En 1910 pocas personas conocían la diferencia entre un **científico**, un **ingeniero** y un **inventor**. Los científicos empiezan a ser contratados para hacer el trabajo teórico.

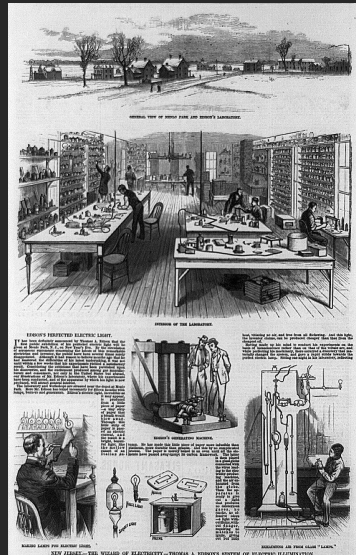


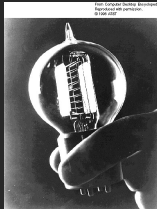
Figura: Fábrica de Edison en Menlo Park.

# AT&T y los laboratorios Bell

En 1908 el presidente de AT&T (**American Telephone and Telegraph Company**) Theodore Vail se propone ampliar la cobertura del servicio telefónico a nivel nacional (llamadas entre las costas este y oeste de los Estados Unidos).

**Problema:** las señales eléctricas se atenúan con la distancia.

**Solución:** Harold Arnold (alumno de Robert Milikan<sup>1</sup>) inventa el bulbo para amplificar las señales eléctricas.



**Figura:** Bulbo creado por Harold Arnold que permitió la primera llamada transcontinental (entre Nueva York y San Francisco) en 1915.

---

<sup>1</sup>Robert Milikan ganaría el Premio Nobel de Física en 1923 por su trabajo sobre las propiedades del electrón.

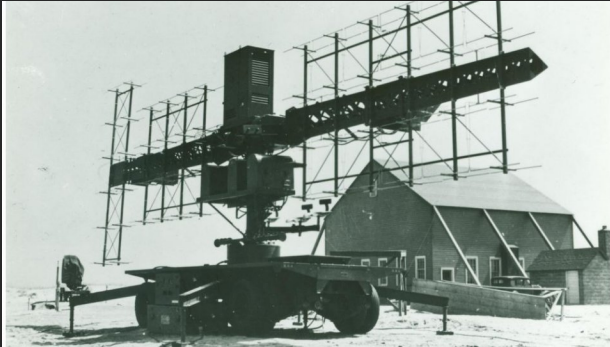
# AT&T y los laboratorios Bell

Gracias al bulbo (y a los acuerdos con el gobierno americano), AT&T crecería entre 1930 a 1950 de forma exponencial y formaría un monopolio:

- ▶ Manejaba prácticamente todas las suscripciones a las líneas de teléfonos en Estados Unidos.
- ▶ Controlaba todo el proceso: fabricaba los teléfonos, las componentes necesarias para hacerlos funcionar y operaba el servicio.
  - ▶ Cables, conmutadores, repetidores, bulbos.
- ▶ El negocio de la telefonía era muy redituable pero en extremo complicado:
  - ▶ A partir de su experiencia con el bulbo, AT&T contrataría cantidades enormes de ingenieros y científicos para mejorar su servicio.
  - ▶ Los laboratorios Bell se convirtieron en su departamento de investigación y desarrollo.

<http://www.brainpickings.org/index.php/2012/03/28/the-idea-factory-bell-labs/>

# AT&T en la Segunda guerra mundial



**Figura:** En 1937, la noción del radar era una simple especulación, en solo seis años los laboratorios Bell Labs crearon una potente arma ofensivo-defensiva

- ▶ Costo de la bomba atómica: 2 billones de dólares.
- ▶ Costo del radar: 3 billones.

«El radar ganó la guerra, la bomba atómica simplemente la terminó.»

# El transistor y las computadoras digitales

## Computadoras analógicas



**Figura:** Analizador diferencial de Vannevar Bush

[http://www.computerhistory.org/revolution/  
analog-computers/3/143/2393](http://www.computerhistory.org/revolution/analog-computers/3/143/2393)

En su época, estas máquinas hacían en dos semanas el trabajo que a expertos matemáticos les hubiera tomado 80 años.

# El transistor y las computadoras digitales

## Computadoras digitales



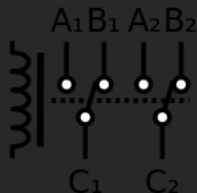
*SPST*



*SPDT*



*DPST*



*DPDT*

# El transistor y las computadoras digitales

## Computadoras digitales

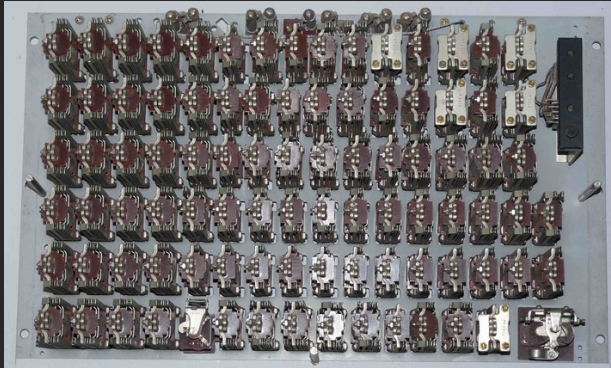


Figura: Matriz de relevadores.

El relevador es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.



# Claude Shannon



Figura: Claude Elwood Shannon (1916-2001).

- ▶ En 1937 a sus 21 años y siendo estudiante de maestría en el MIT creó las primeras computadoras digitales y la teoría de circuitos digitales.
- ▶ En su tesis de maestría demostró que el álgebra Booleana podía ser usada para resolver cualquier relación lógica-numérica.
- ▶ Shannon es conocido como el padre de la «Teoría de la Información», gracias a su artículo científico más importante: «A Mathematical Theory of Communication» publicado en 1948.

# Claude Shannon

Shannon estableció los cinco elementos básicos en la comunicación:

1. Una fuente que produce un mensaje.
2. Un transmisor que procesa el mensaje y crea una señal para enviar a través de un canal.
3. Un canal que es el medio por el que pasa la señal que porta la información.
4. Un receptor que transforma de vuelta a la señal en el mensaje emitido.
5. Un destinatario (una máquina o una persona) que recibe el mensaje.

En este artículo también se introdujeron los conceptos de «entropía de la información», redundancia en la información y el bit (como unidad básica de información).

# Claude Shannon



Figura: Ratón en el laberinto.

# Claude Shannon

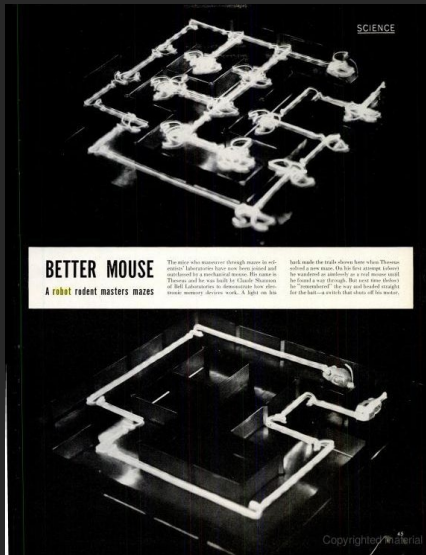


Figura: Ratón en el laberinto.

# Claude Shannon

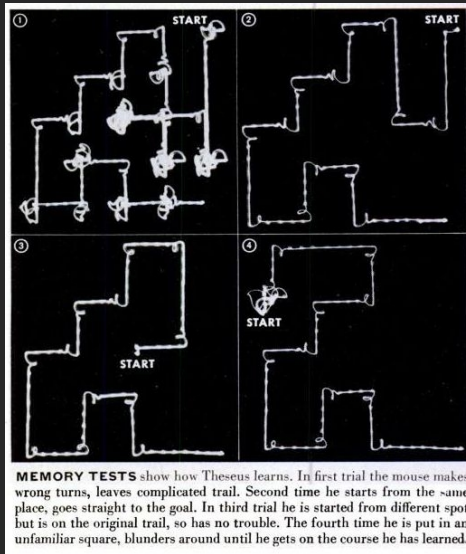


Figura: Ratón en el laberinto.

# Claude Shannon

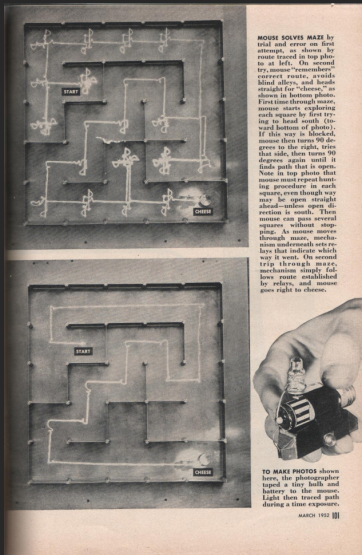


Figura: Ratón en el laberinto.

# Claude Shannon

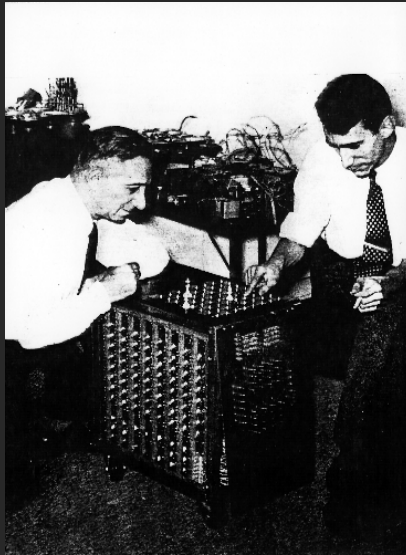


Figura: Máquina de ajedrez de Shannon.

# Alan Turing



**Figura:** Estatua de Alan Turing en Betchley Park.

- ▶ Antes de que las computadoras digitales existieran, Turing inventó un tipo de máquina teórica que ahora llamamos «**Máquina de Turing**» que formalizaba el significado del cálculo numérico.
- ▶ Adaptable para simular la lógica de cualquier algoritmo de computador.



# Alan Turing



**Figura:** Estatua de Alan Turing en Betchley Park.

- ▶ En la Segunda Guerra Mundial ayudó a descifrar los códigos secretos alemanes.
- ▶ Pionero en el área de la «Inteligencia Artificial»: propuso un método para evaluar si las computadoras pueden pensar «la Prueba de Turing».
- ▶ Además de su trabajo matemático abstracto, también cableaba y construía máquinas reales: fabricaba sus propios relevadores y cableaba circuitos.
- ▶ Su trabajo matemático es el fundamento de las «Ciencias de la Computación».

# Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y la Cibernética

- ▶ **Arturo Rosenblueth** fue uno de los más destacados neurólogos y fisiólogos mexicanos.
- ▶ Nació en Chihuahua en 1900.
- ▶ Entre 1918 y 1921 estudió medicina en la Universidad Nacional de México.
- ▶ Consigue beca para venir a Francia y obtiene el grado de Doctor en medicina en 1927 de la Universidad de París.
- ▶ En 1930 consigue una beca Guggenheim y estudia en Harvard los sistemas de transmisión química entre los elementos nerviosos.
- ▶ En los años 1940 regresa a México para dirigir el departamento de fisiología del Instituto Nacional de Cardiología.

# Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y la Cibernética

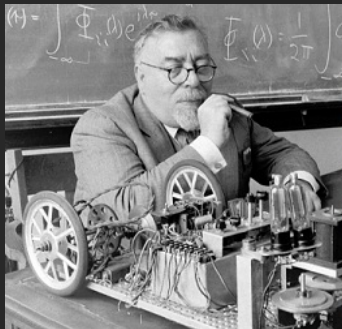
Norbert Wiener además de matemático se hizo aportaciones importantes a la filosofía.

- ▶ Fue un niño prodigio: a los 11 años ingresó a la universidad y obtuvo su doctorado en Harvard a los 19 años.
- ▶ En la Segunda Guerra Mundial, trabajó para el gobierno americano en el desarrollo de **sistemas de defensa antiaérea**.
- ▶ Tras la guerra rechazó continuar trabajando en el desarrollo armamentístico de los Estados Unidos.
- ▶ En 1942, conoció a **Arturo Rosenblueth** con quien trabajaría en el estudio de los mecanismos de comunicación en el sistema nervioso. Juntos publicarían **«Behavior, Purpose and Teleology»** en donde sentarían las bases de la ciencia de la **Cibernética**.

# ¿Qué es la Cibernética?

- ▶ La Cibernética tiene como objeto el estudio de **los mecanismos de control y comunicación en el animal y en la máquina**.
- ▶ Desarrollo un lenguaje y técnicas que permitan abordar el problema del control y la comunicación en general.
- ▶ Estrechamente ligada a la Teoría de la Información.
- ▶ El término cibernética viene del griego **kubernites**, que se refiere al timonel, el cual gobierna una embarcación.
- ▶ Principio de **re-alimentación**: mediciones del funcionamiento de un dispositivo son utilizadas para su auto-regulación.
- ▶ **Rosenblueth** y **Wiener** intentan modelar el funcionamiento de las redes neuronales que gobiernan el automatismo respiratorio.

# Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y la Cibernética

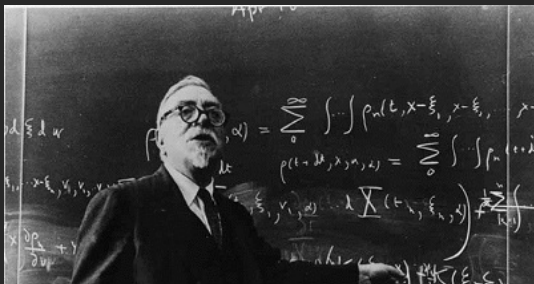


*"The nervous system and the automatic machine are fundamentally alike in that they are devices, which make decisions on the basis of decisions they made in the past."*

*Norbert Wiener*

**Figura:** Norbert Wiener (1894-1964)

# Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y la Cibernética

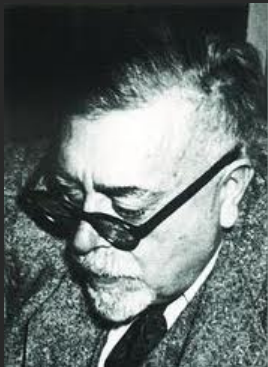


***"Progress imposes not only new possibilities for the future but new restrictions."***

***Norbert Wiener***

**Figura:** Norbert Wiener (1894-1964)

## Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y la Cibernética

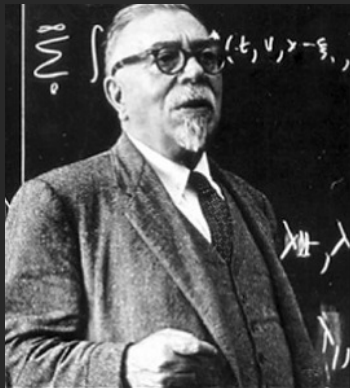


*"To live effectively is  
to live with  
adequate  
information."*

*Norbert Wiener*

**Figura:** Norbert Wiener (1894-1964)

## Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y la Cibernética



*"The more we get out of the world the less we leave, and in the long run we shall have to pay our debts at a time that may be very inconvenient for our own survival."*

**Norbert Wiener**

**Figura:** Norbert Wiener (1894-1964)



# Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y la Cibernética



Figura: Arturo Rosenblueth (1900-1970)

# La invención del «Transistor»

Recordemos:

- ▶ El bulbo de Harold Arnold permitió la transmisión de llamadas telefónicas de costa a costa en los Estados Unidos.
- ▶ Problemas del bulbo:
  - ▶ Costoso de fabricar.
  - ▶ Voluminoso.
  - ▶ Alto consumo de energía.
  - ▶ Frágil.

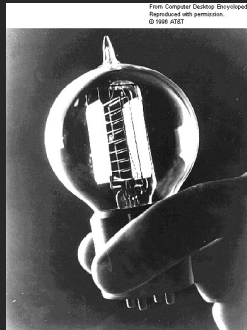


Figura: Bulbo de Harold Arnold

# La invención del «Transistor»

- ▶ Durante años los Laboratorios Bell buscaban un componente que reemplazara al bulbo.
- ▶ En 1947, **William Shockley, John Bardeen** y **Walter Houser Brattain** inventaron el **transistor**.
- ▶ El transistor se convertiría probablemente en el invento más importante del siglo.
- ▶ Recibirían el premio Nobel de Física en 1956 por esta invención.

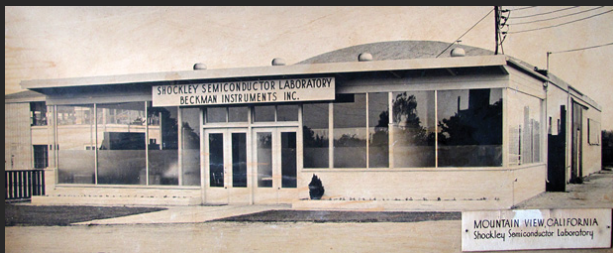


Figura: Réplica del primer transistor.

# El Valle del Silicio

- ▶ En 1955, **Shockley** abandonó los laboratorios Bell y regresó a su ciudad natal, Palo Alto, California en las proximidades de la Universidad de Stanford para crear su propia empresa.
- ▶ Su empresa no sería un éxito económico, pero contrataría a estudiantes universitarios que posteriormente crearían **Fairchild Semiconductors** e **Intel**.
- ▶ Sería la creación del famoso «**Sillicon Valley**».

# El Valle del Silicio



**Figura:** Laboratorio de Shockley en Silicon Valley.

# El Valle del Silicio



**Figura:** Laboratorio de Shockley en Sillicon Valley.

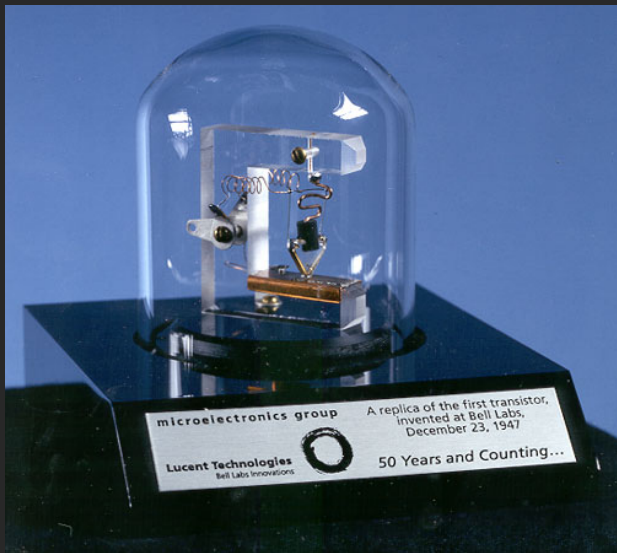
# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ Las redes de datos (base para el Internet)



# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ El transistor





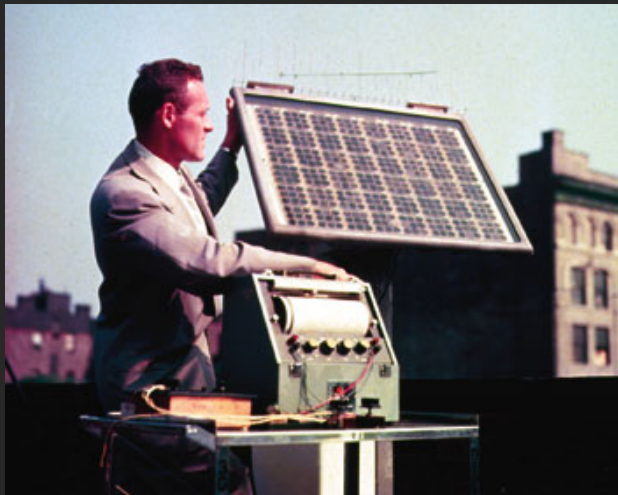
# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ La telefonía celular



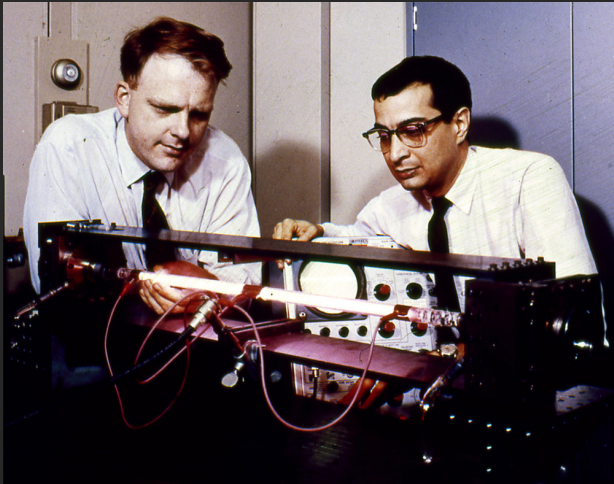
# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ Las celdas solares



# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ El rayo laser



# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ Los satélites de comunicaciones



# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ El sistema operativo Unix



# Principales inventos de los Laboratorios Bell

- ▶ El lenguaje de programación C



**THE**

**C**

**PROGRAMMING  
LANGUAGE**

Brian W. Kernighan • Dennis M. Ritchie

# Decadencia de los laboratorios Bell, perspectivas a futuro

- ▶ Hoy, Bell es una sombra de lo que fue.
- ▶ AT&T fue subdividida en 1984 y posteriormente se dividiría en Lucent, NCR y otros pedazos.
- ▶ **Problema:** la economía flaquea y las compañías recortan sus gastos, algunos de estos primeros recortes se hacen en programas de investigación de alto riesgo o de final abierto.
- ▶ Aun cuando el presupuesto para investigación no se reduce, la naturaleza de los proyectos se inclina más hacia el desarrollo que a lo realmente innovador (¿Ipods vs. Satélites?)

# La innovación en nuestros tiempos

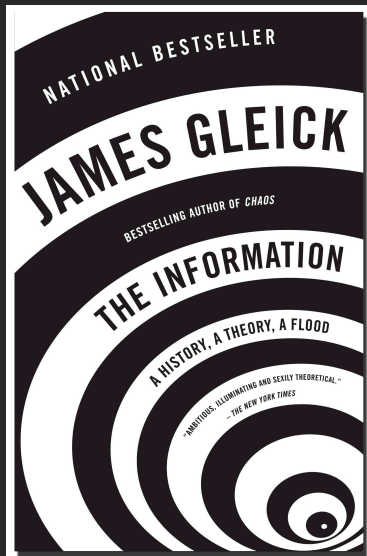
- ▶ Sin innovación estamos condenados - por aburrimiento y monotonía - a la decadencia.
- ▶ Uno de los principios de un buen sistema de innovación es la diversidad.
- ▶ Cuanto más rígida es la cultura (nacional, institucional o generacional, entre otras), menos probable es que albergue el pensamiento innovador.

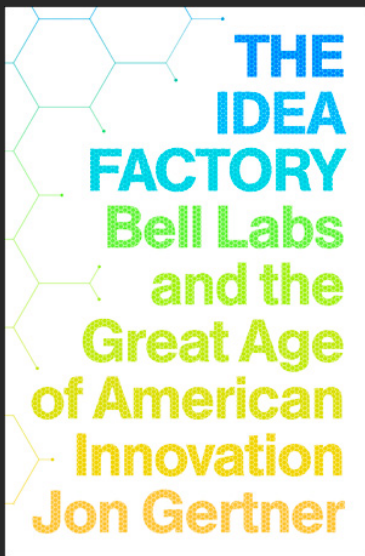


# La innovación en nuestros tiempos

- ▶ En la actualidad algunas empresas tratan de replicar el modelo seguido por los Laboratorios Bell (en donde el negocio telefónico subsidiaba la investigación fundamental):
  - ▶ Elon Musk: PayPal, Space Exploration Technologies, Tesla Motors, SolarCity
  - ▶ Google (PageRank, MapReduce, Data Mining, Machine Perception)
  - ▶ Amazon (Data Mining)
  - ▶ NetFlix (Data Mining and Machine Learning),
  - ▶ Apple (¿IPods?),
  - ▶ Microsoft Research (Kinect: Machine Perception).
- ▶ Además el modelo del desarrollo abierto creado por el software libre empieza a esparcirse como forma de innovación y creación:
  - ▶ Comunidad Linux
  - ▶ Kickstarter

## Libros recomendados





## Libros recomendados

