

INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

HISTORIA, CAMPOS Y ASPECTOS GENERALES DE LA IA

FRANCISCO TAMARIT

FAMAF, Universidad Nacional de Córdoba
IFEG (Universidad Nacional de Córdoba y CONICET)

Las tres primeras revoluciones tecnológicas

1.- Primera revolución tecnológica (1760-1840)

- Surge en Reino Unido
- División del trabajo y mecanización en base a vapor de agua
- Organización centralizadas

2.- Segunda revolución tecnológica (1840-1960)

- Surge en Estados Unidos de Norteamérica
- Uso de la energía eléctrica para apoyar la producción en masa
- Organizaciones centralizadas

3.- Tercera revolución tecnológica (1960-2006)

- Surge en Estados Unidos de Norteamérica
- Inclusión de la informática en el proceso productivo a partir de la tecnología del transistor y el CI
- Organizaciones descentralizadas

La cuarta revolución

4.- Cuarta revolución industrial (2006 hasta la fecha)

- Surge en Estados Unidos de Norteamérica
 - Reducción de los tamaños de los circuitos (transistores), aumento de componentes por circuito integrado.
 - Incremento en la velocidad de procesamiento.
 - Aumento de la velocidad, la cobertura y la portabilidad de internet.
 - Masificación de dispositivos informáticos y celulares inteligentes con multiplicidad de sensores
 - Descentralización de la producción de programas (aplicaciones)
 - Reducción de los tamaños y costos y aumento de la velocidad de procesamiento
 - Creación de nuevos algoritmos de Inteligencia Artificial.
 - Desarrollo de placas gráfica (GPU) y la Computación de Alto Desempeño
 - Surgimiento de Organizaciones complejas.
-

Un poco de historia de la IA

UN POCO DE HISTORIA

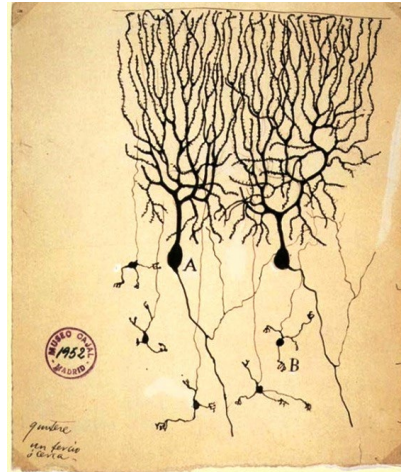
1854.- Se formalizó la lógica matemática

George Boole, matemático y lógico británico (1815-1864) introduce la idea de que el razonamiento lógico podría sintetizarse de la misma manera que se resuelve un sistema de ecuaciones algebraicas. En 1854 publicó el libro *"An investigation of the Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities"*, en el cual desarrolló las reglas que permitían expresar, manipular y simplificar problemas lógicos y filosóficos cuyo argumentos admiten dos estados. Esta idea simple va a tener mucha incidencia en el nacimiento de la IA. Es el padre de la idea de manipulación simbólica.



1888.- Santiago Ramón y Cajal descubre las neuronas

Este médico e investigador español, premio Nobel de Medicina en 1906, descubre que los tejidos cerebrales no eran tejidos continuos, sino que estaban formados por células especializadas, dando lugar a la llamada “doctrina de la neurona”.



1936.- Nace la informática teórica

Alan Turing publica el artículo *“Sobre números computables, con una aplicación al problema de decisión”*, en el cual define qué es computable y qué no es computable.



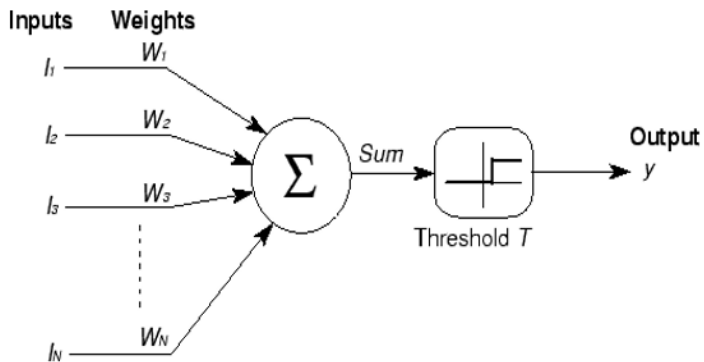
1941. Nace la primera computadora moderna

Konrad Zuse crea la primera computadora programable y automática, que se considera la primera computadora de la historia moderna. Desarrolló un programa llamado Plankalkül.



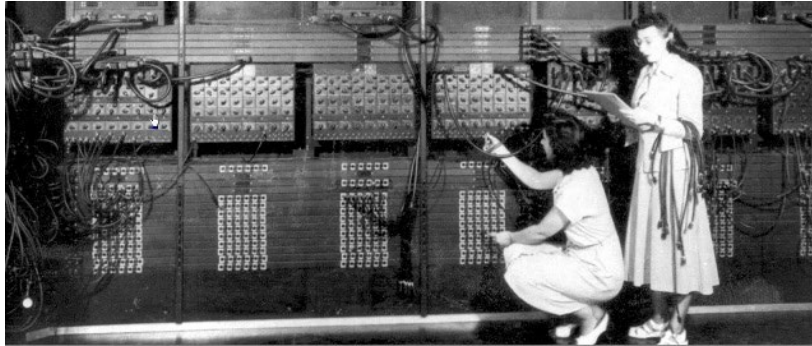
1943.- Se publica el modelo matemático de la primera neurona artificial

Warren McCulloch y Walter Pitts publican la idea de una Unidad Lineal de Umbral (Linear Threshold Unit) como modelo simple de una neurona artificial. En particular permitía procesar funciones de la lógica binaria (verdadero y falso).



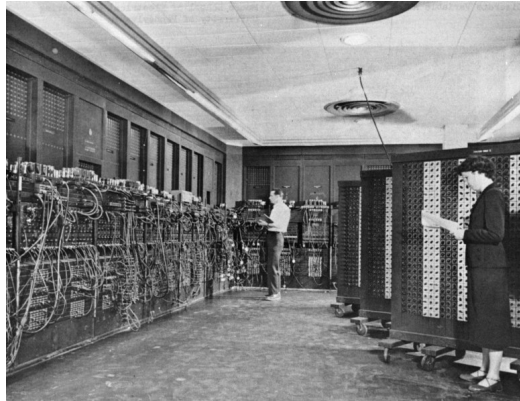
1946.- Se pone en marcha ENIAC, la primera computadora norteamericana

John Presper Eckert y John William Mauchly diseñan y desarrollan ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*), otra computadora de propósito general de representación decimal.



1946.- Se pone en marcha EDVAC, basada en código binario

A John Presper Eckert y John William Mauchly se suma *von Neumann* para diseñar y construir EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), una máquina binaria.



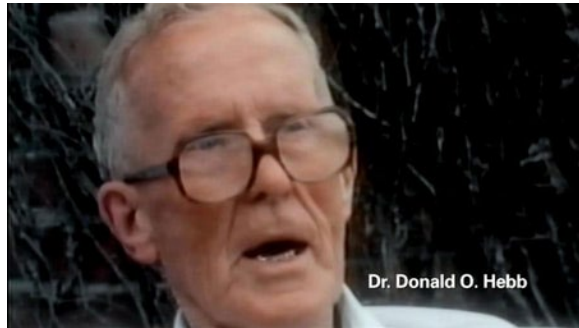
1948.- Se inventa el transistor

John Bardeen, Walter Brattain y William Shockley inventan el transistor para los laboratorios Bell de AT&T.



1949.- Surge la idea de plasticidad sináptica

El psicólogo canadiense Donald Hebb publica el libro *“La organización del comportamiento”* y lanza una idea fundamental en el aprendizaje automático: las sinapsis entre neuronas cambian en eficiencia para transmitir señales y estos cambios son los responsables del aprendizaje a lo largo de la vida de los animales.



1950.- Alan Turing introduce la idea de pensamiento artificial

Publica el trabajo *“Maquinaria de computar e inteligencia”* en el cual define el concepto pragmático de inteligencia artificial a través del hoy famoso *Test de Turing*. Es una prueba de comunicación verbal entre humano y máquina que permite evaluar la capacidad de las máquinas para hacerse pasar por humanos y se inspira en el juego de la imitación.

VOL. LIX. No. 236.]

[October, 1950

M I N D
A QUARTERLY REVIEW
OF
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

I.—COMPUTING MACHINERY AND
INTELLIGENCE

By A. M. TURING

1. *The Imitation Game.*

I PROPOSE to consider the question, 'Can machines think?' This should begin with definitions of the meaning of the terms 'machine' and 'think'. The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words 'machine' and 'think' are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, 'Can machines think?' is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

1956.- Se realiza la primera conferencia en Dartmouth

En Hanover (New Hampshire, EEUU) se realiza un encuentro de verano 10 personas del mundo de la informática, la matemática, la teoría de la información y la electrónica para sentar las bases de lo que es hoy la Inteligencia Artificial. A partir de la conjetura de que todos los aspectos involucrados en el aprendizaje animal y todas las características de la inteligencia pueden ser descriptos con precisión, se proponen sistematizar la fabricación de máquinas capaces de simular estos procesos, o sea, máquinas que utilicen lenguaje, formen abstracciones y conceptos.

Este programa fue fuertemente influenciado por diferentes desarrollos:

- Métodos bayesianos (1763, póstumo)
- La teoría de la información desarrollada por Shannon (1948)
- La mecánica estadística
- La lógica booleana



1958.- Frank Rosenblatt diseña la primera red neuronal artificial

Creó un algoritmo, llamado Perceptrón, capaz de reconocer patrones uniendo estratégicamente las neuronas de Rosenblatt. Se lo puede pensar como un autómata que emula el comportamiento de las neuronas biológicas.

FIG. 1 — Organization of a biological brain. (Red areas indicate active cells, responding to the letter X.)

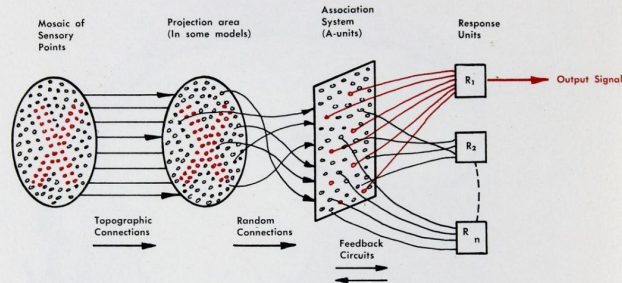


FIG. 2 — Organization of a perceptron.

1960.- Aparece la primera red neuronal aplicada

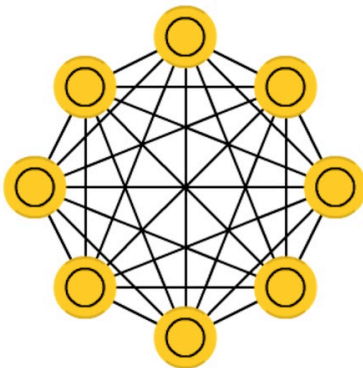
Fue desarrollada en la Universidad de Stanford por Bernard Widrow y Marcial Hoff y se llamó ADALINE (ADAPtative LINear Elemets). Fue creada para tratar el problema de la eliminación de ecos en líneas telefónicas, y fue usada por muchos años comercialmente. Se introduce la idea de *error* (hoy *loss*) y de correcciones adaptativas a través del descenso por el gradiente (inspirado quizá en Hebb).

1969.- Se publica el libro “Perceptrons”

Marvin Minsky y Seymour Papert, ambos del MIT, prueban matemáticamente que un perceptrón no es capaz de resolver problemas fáciles y fundamentales, tal como la función lógica XOR. Este libro va a desmoralizar la investigación en IA, la cual poco a poco va a ser abandonada hasta 1982.

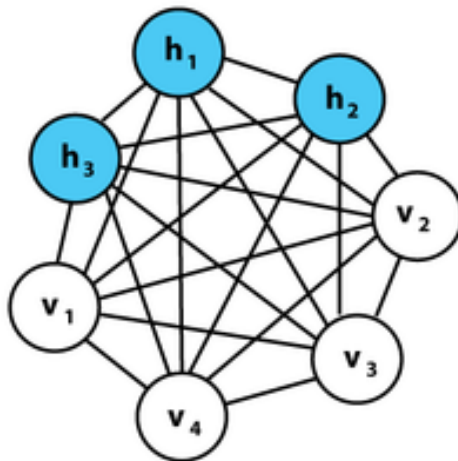
1982.- Aparece la primera red neuronal asociativa

John Hopfield, un físico teórico que estudiaba el modelado de los vidrios, publica el trabajo *"Neural networks and physics systems with emergent collective computational abilities"* introduciendo el paradigma de los sistemas complejos, los fenómenos cooperativos y el emergentismo en el campo de la Inteligencia Artificial. Sin duda su trabajo fue un hito que revolucionó y reavivó el estudio de la inteligencia artificial, hasta nuestros días. Su red neuronal es el prototipo de lo que hoy llamamos una red neuronal recurrente.



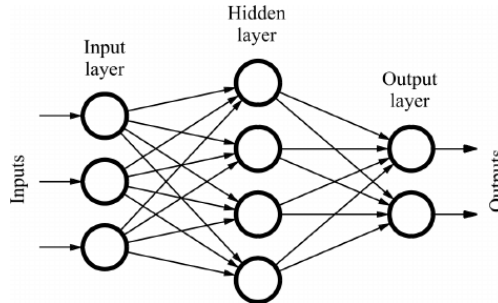
1986.- Aparece la llamada red de Boltzmann

G. Hinton y T Sejnowski crean una máquina de aprendizaje basada en un sistema físico en contacto con un baño térmico. Se trata de una red recurrente.



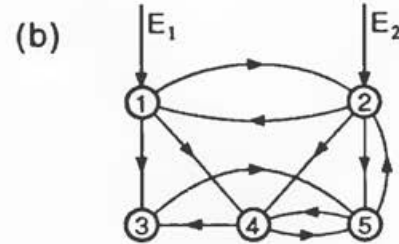
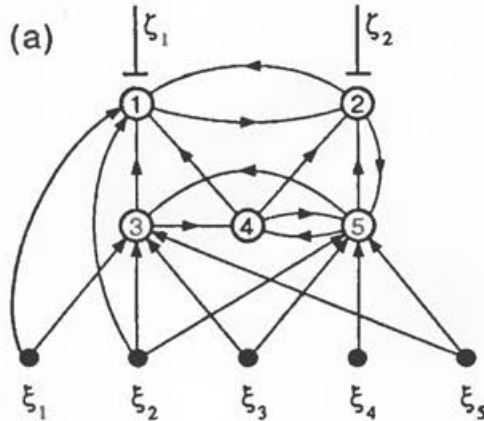
1986.- Se populariza el algoritmo de back-propagation o retro-propagación

David Rumelhart y Geoffrey Hinton publican el algoritmo que hasta hoy domina la Inteligencia Artificial pues nos brinda con un método para construir las redes neuronales artificiales. Originalmente solo andaba para redes de pocas “capas”. Hoy lo hemos solucionado y podemos armar redes de muchas capas, o sea, *redes profundas*.



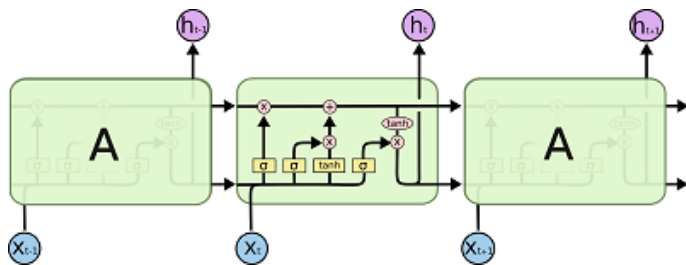
1987.- El algoritmo de back-propagation se generaliza para redes recurrentes

Se crean varios algoritmos que permiten entrenar redes que no son feed-forward. Esto generó un gran entusiasmo en la aplicación de IA al estudio de series de tiempo, sobre todo para hacer predicciones.



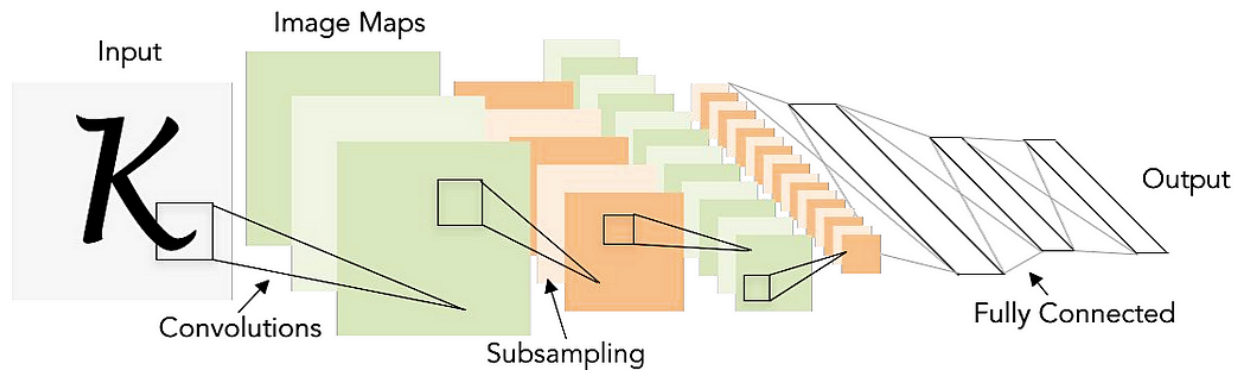
1997.- Surgen las redes LSTM e impulsan las redes recurrentes

Hochreiter y Schmidhuber desarrollan un tipo muy eficiente de red recurrente llamado Long-Short-Term Memory Networks.



1998.- Se popularizan las redes convolucionales

Yan LeCun y su equipo presenta una red inspirada en el sistema visual de los seres humanos que preserva la forma de la entrada.



1996.- Deep blue vence al campeón mundial de ajedrez

Una supercomputadora de IBM, especialmente diseñada para jugar al ajedrez, le gana al entonces campeón mundial Gary Kasparov.

2005.- Surge el aprendizaje profundo

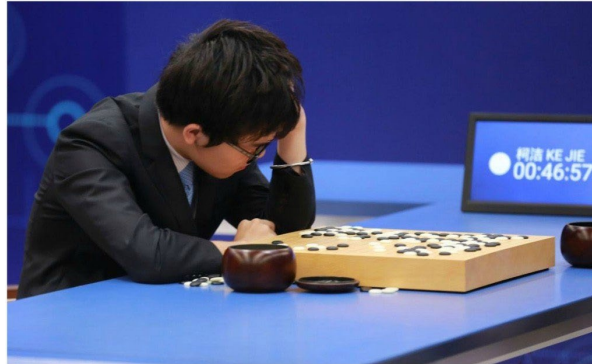
Ruslan Slakhutdinov y Geoffrey Hinton, en la Universidad de Toronto, publican el trabajo *"An efficient learning procedure for deep Boltzmann machines"* e inician una nueva revolución que parece no tener límites, más allá de los condicionantes propios de los equipos informáticos.

2005.- Predicciones sobre cuando las máquinas alcanzaría la inteligencia humana

Usando la ley de Moore, Raymond Kurzweil predijo que las máquinas alcanzarán el nivel de la inteligencia humana en 2029, y que en 2045 serán mil millones de veces más inteligentes que nuestra civilización.

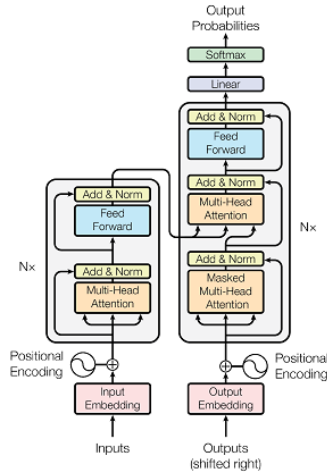
2015.- Una red neuronal profunda le gana al mejor jugador europeo de Go

El proyecto inglés AlphaGo (de DeepMind, de Google desde 2014) se convierte en el primer programa que le gana a un jugador profesional de Go. En 2016, ya mejorada y más entrenada, le gana a Lee Sedol (Corea del Sur), considerado el mejor jugador del mundo.



2017.- Surgen los transformers

Entre dos equipos de Google desarrollan una arquitectura de redes feed-forward que permite entrenar problemas de series temporales, en particular, de lenguaje natural. Estas redes dieron lugar a las grandes redes de lenguaje, como Chat GPT4.



Dos preguntas fundamentales

1.- ¿A qué nos referimos por inteligencia?

2.- ¿A qué nos referimos por artificial?

Definición de inteligencia artificial

La Inteligencia artificial es el campo científico de la informática que se centra en la creación de programas y mecanismos que pueden mostrar comportamientos considerados inteligentes.

Definición de aprendizaje automático

Es la subdisciplina de la Inteligencia Artificial que busca construir sistemas computacionales que mejoran automáticamente con la experiencia y estudia cuáles son las leyes fundamentales que gobiernan todos los procesos de aprendizaje.

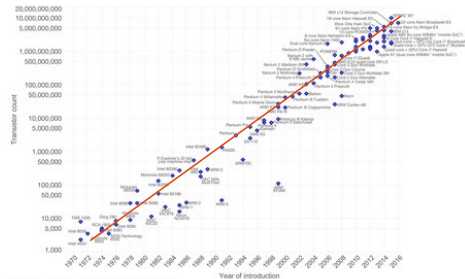
Tom M. Mitchell, 2006

Definición de aprendizaje automático neuronal

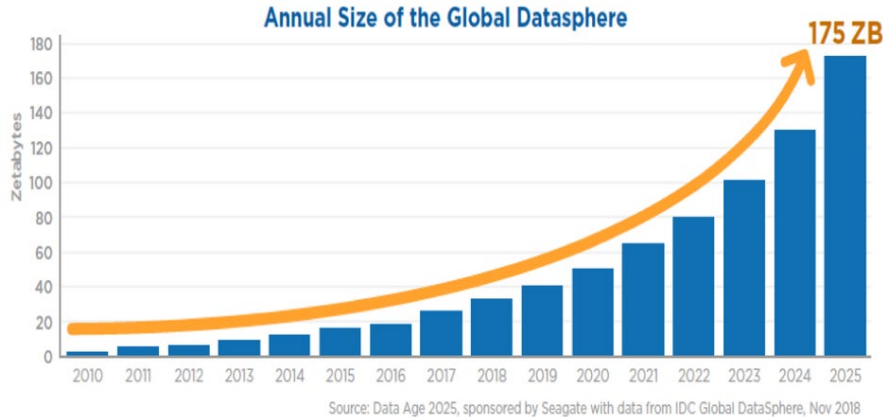
Es el campo de la informática que estudia el desarrollo de modelos computacionales basados en el comportamiento del cerebro humano, creando grandes redes neuronales a partir de neuronas artificiales muy simples, buscando dotar a las computadoras de algoritmos que tienen la capacidad de aprender de una manera similar a como lo hace nuestro cerebro.

Los tres pilares de la inteligencia artificial actual

- Capacidad de cálculo y cambio de paradigma computacional
 - Producción, captura y cuidado de grandes volúmenes de datos
 - Algoritmos matemáticos altamente eficientes
-

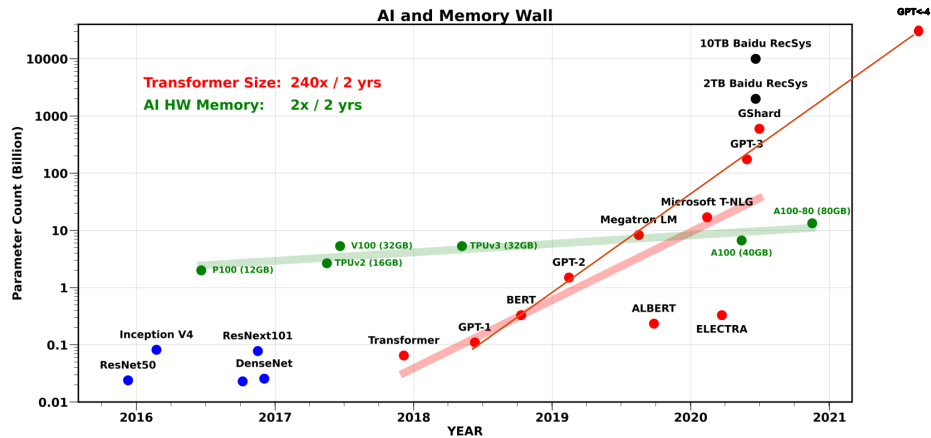


La evolución del volumen de datos producidos



1 Zetabyte = 1.000.000.000.000 Gigabyte = 1.000.000.000.000.000.000 Byte

La evolución de los algoritmos



El nuevo paradigma de la programación

Programación tradicional



El nuevo paradigma de la programación

Aprendizaje automático supervisado

