

# DIPLOMADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL



2018

Dr. John Atkinson

# Aspectos Administrativos

Dr. John Atkinson

# Objetivos DIA

- **Entender** los conceptos básicos de las diferentes técnicas y paradigmas de IA.
- **Describir** y **Aplicar** métodos y tecnologías de IA para la solución de problemas reales en la industria.
- **Analizar** y **evaluar** el impacto de diferentes métodos y herramientas de IA en la industria.

# Resultados de Aprendizaje DIA

Al término del DIA, el estudiante debería haber adquirido las siguientes competencias:

- *Entender los principales conceptos en el área de la IA.*
- *Entender, analizar y comparar diferentes técnicas ó métodos de IA para construir sistemas de IA.*
- *Comprender los beneficios del uso de la IA en los problemas de la industria.*
- *Diseñar ó Modelar una solución a un problema real utilizando técnicas de IA y herramientas disponibles en el mercado.*

# Planificación

Fechas	Tópico	PROFESOR
07-may	Taller de Integracion al Diploma	Rafael Sotil
14-may	Introducción a la IA	John Atkinson
28-Mayo, 4-Junio	Ciencias Cognitivas	Sergio Chaigneau
11-Junio, 18-Junio, 25-Junio	Representación de Conocimientos	Harold Paredes
9-Junio, 23-Julio, 30-Julio	Técnicas de Búsqueda y Heurísticas	Jorge Pereira
6-Agosto	<b>Test MODULO 1</b>	Varios
13-Ago, 20-Ago, 27-Ago	Planificación Automática	Carlos Hernández
03-sept	<b>Proyecto Capstone</b>	Varios
10-Sep, 24, Sep, 1-Oct	Procesamiento de Lenguaje Natural	John Atkinson
8-Oct, 22-Oct, 29-Oct	Aprendizaje Automático	Gonzalo Ruz, Sebastián Moreno
5-Nov	<b>TEST MODULO 2</b>	Varios
12-Nov, 19-Nov, 26-Nov	Agentes Inteligentes	Enrique Canessa
03-dic	<b>Proyecto Capstone</b>	Varios
10-Dic,17-Dic, 7-Ene	Visión y Robótica	Miguel Carrasco
14-ene	<b>TEST MODULO 3</b>	Varios
21-Ene, 28-Ene	<b>Proyecto Capstone</b>	Varios

# Evaluación

- *Tres evaluaciones de módulos (80%).*
- *Evaluación proyecto capstone (20%).*

# Introducción a la Inteligencia Artificial



Dr. John Atkinson

# ¿Dónde estamos? Revoluciones Tecnológicas

1771



## The Industrial Revolution

Arkwright's mill  
opens in Cromford

1829



## Age of Steam & Railways

Test of the "Rocket" steam  
engine for the Liverpool-  
Manchester railway

1875



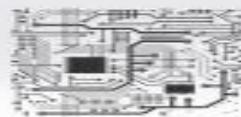
## Age of Steel, Electricity & Heavy Engineering

The Carnegie Bessemer steel  
plant opens in Pittsburgh, PA

1908

# ¿Dónde estamos? Revoluciones Tecnológicas

1971



## **Age of Information & Telecommunication**

The Intel microprocessor is announced in Santa Clara, CA

1908



## **Age of Oil, the Automobile & Mass Production**

First Model T comes out of the Ford plant in Detroit, MI

2021



## **Age of Artificial Intelligence**

Machines, data and people connect in new era

# Es necesario prepararse/entrenarse...

## Workforce Development



ARTICLES



SHARE



0

COMMENTS



JANUARY.19.2017



BY: TARYN OESCH

### World Economic Forum Panel Stresses the Importance of Training for Artificial Intelligence

In a panel discussion Tuesday at the 2017 World Economic Forum in Davos, Switzerland, tech leaders shared their views of the role of artificial intelligence in business. Vista Equity Partners founder Robert F. Smith ran the panel, which featured Ginni Rometty (CEO of IBM), Satya Nadella (CEO of Microsoft Corp.), Joichi Ito (director of the Massachusetts Institute of Technology Media Lab) and

# Algunos quieren ir más allá...

## CHINA PLUS

[Home](#)[News](#)[Radio](#)[Video](#)[Photo](#)[Opinion](#)[Ni Hao](#)[My C](#)

### **AI-related courses to be set up in China's primary and secondary schools**

CGTN

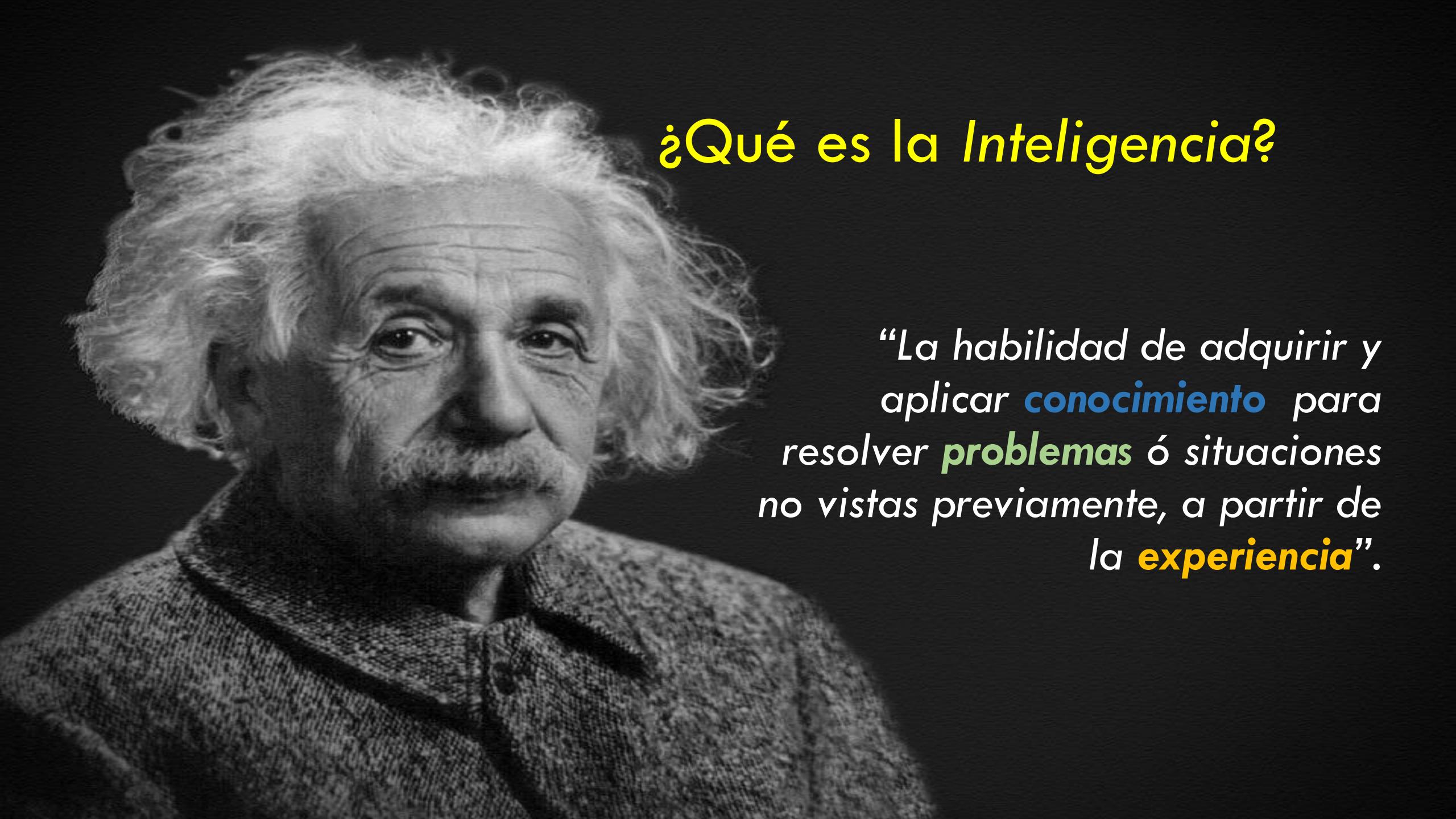
Published: 2017-08-28 20:19:42



More AI-related and coding courses are expected to be set up in China's primary and secondary schools, said the State Council on the recently issued document of the Next Generation Artificial Intelligence Development Plan.

Considered as the key to productivity reform in the upcoming decades, AI technology's rapid development is changing the society profoundly. China should seize the opportunity and join the promotion of AI popular science, encouraging more fundamental courses focusing on AI initiation, the State Council pointed out in the document.



A black and white close-up portrait of Albert Einstein. He has his characteristic wild, grey hair and a full, bushy beard. He is looking slightly to the right of the camera with a thoughtful expression. The background is dark and out of focus.

# ¿Qué es la *Inteligencia*?

“La habilidad de adquirir y aplicar **conocimiento** para resolver **problemas** ó situaciones no vistas previamente, a partir de la **experiencia**”.

Control

Arte

# Organización en Hemisferios

Análisis

Razón

Ciencia

Estrategia

Deseos

Música

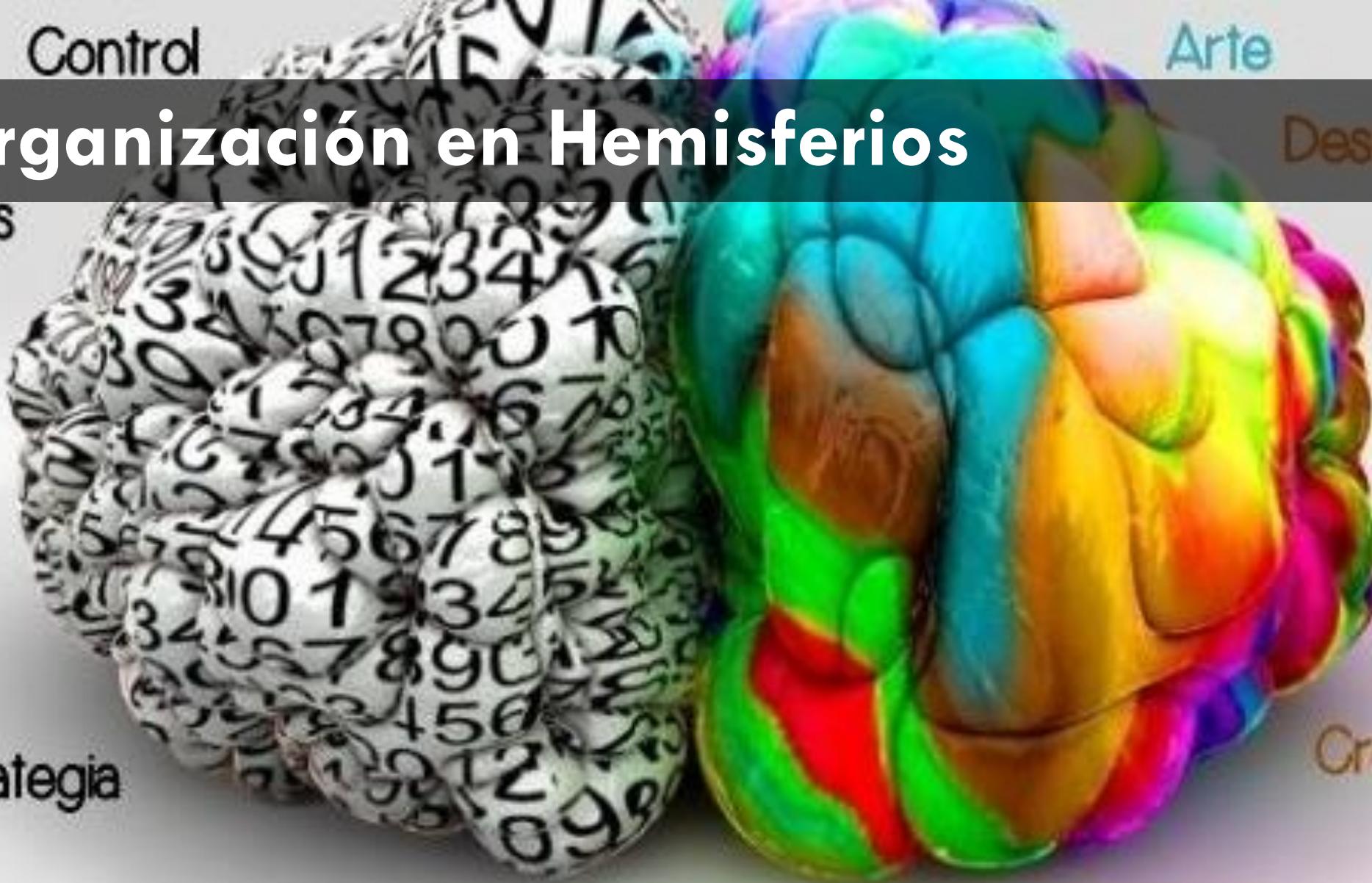
Amor

Paz

Libertad

Imaginación

Creatividad



IZQUIERDO

DERECHO



*Percepción y  
Acción*

*Razonamiento*

*Visión*

*Toma de  
decisiones*

*Lenguaje*

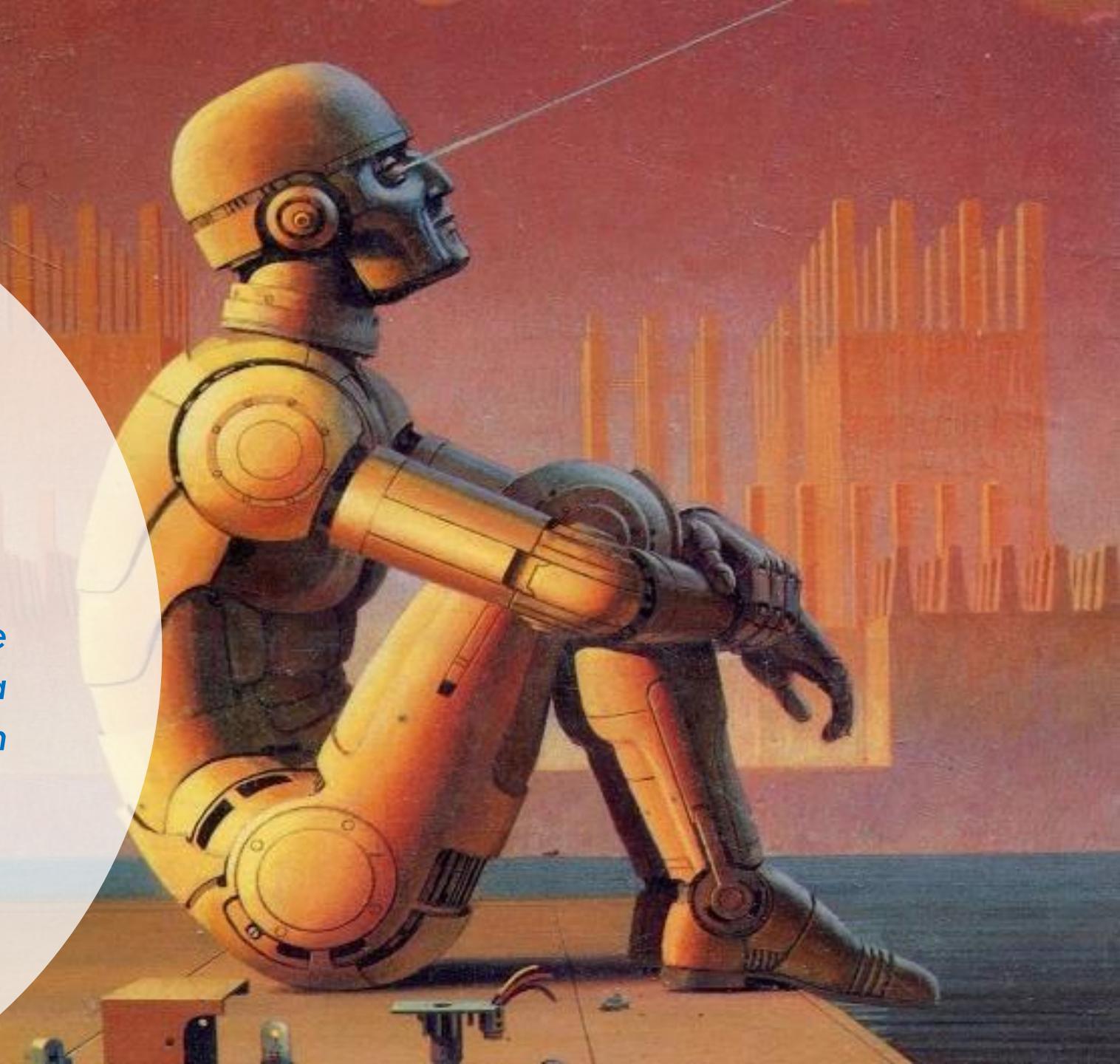
*Aprendizaje*

# ¿Porqué estudiar IA?

---

*Dotar a los computadores de algo de esa inteligencia para resolver problemas complejos en los negocios y la industria...*

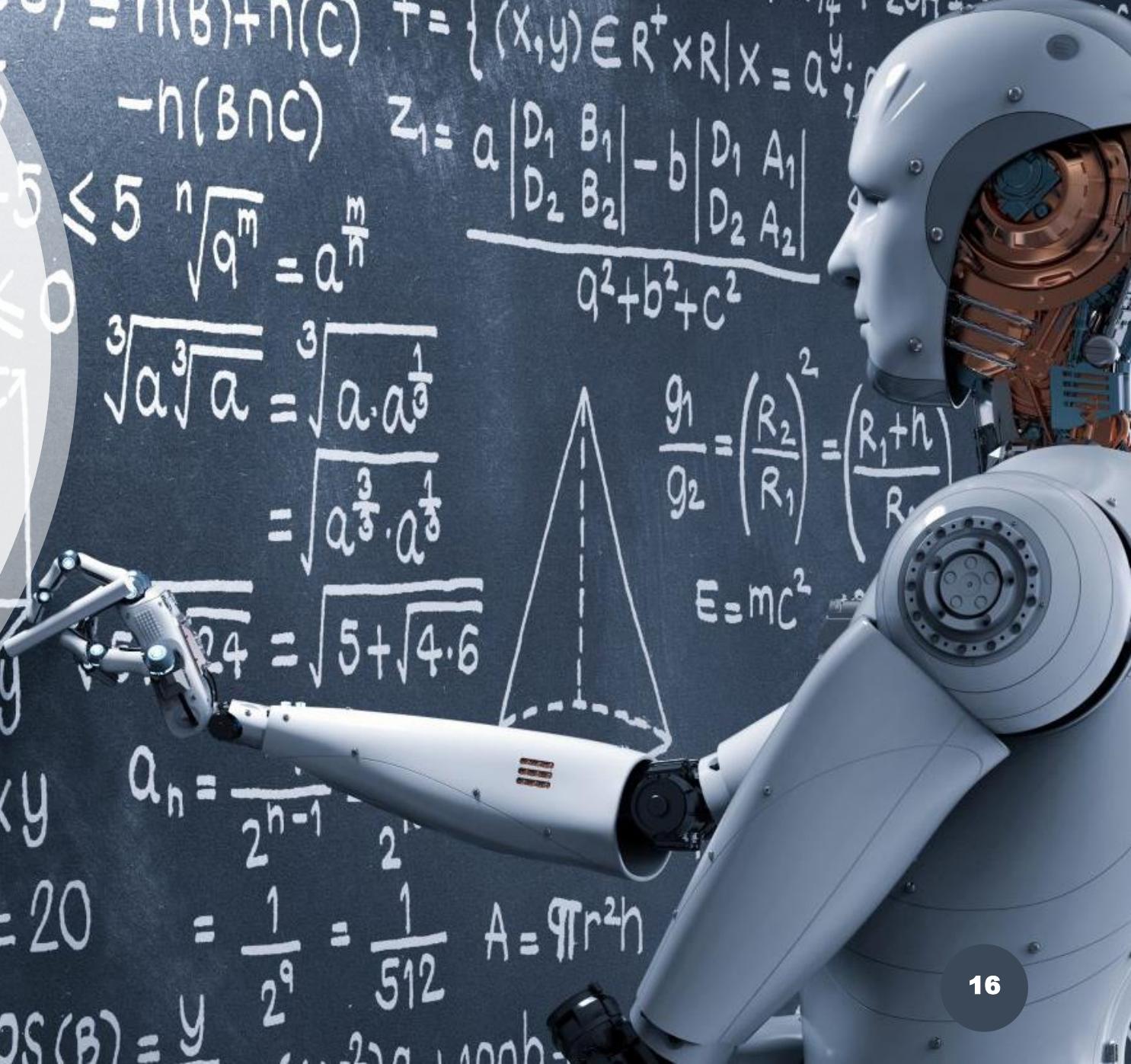
1



# ¿Porqué estudiar IA?

Los seres humanos nos desempeñamos y resolvemos una variedad de problemas y tareas de la vida diaria utilizando una cierta **inteligencia** (pero no siempre conscientes).

▶ Estos problemas se caracterizan por ser **intratables**...



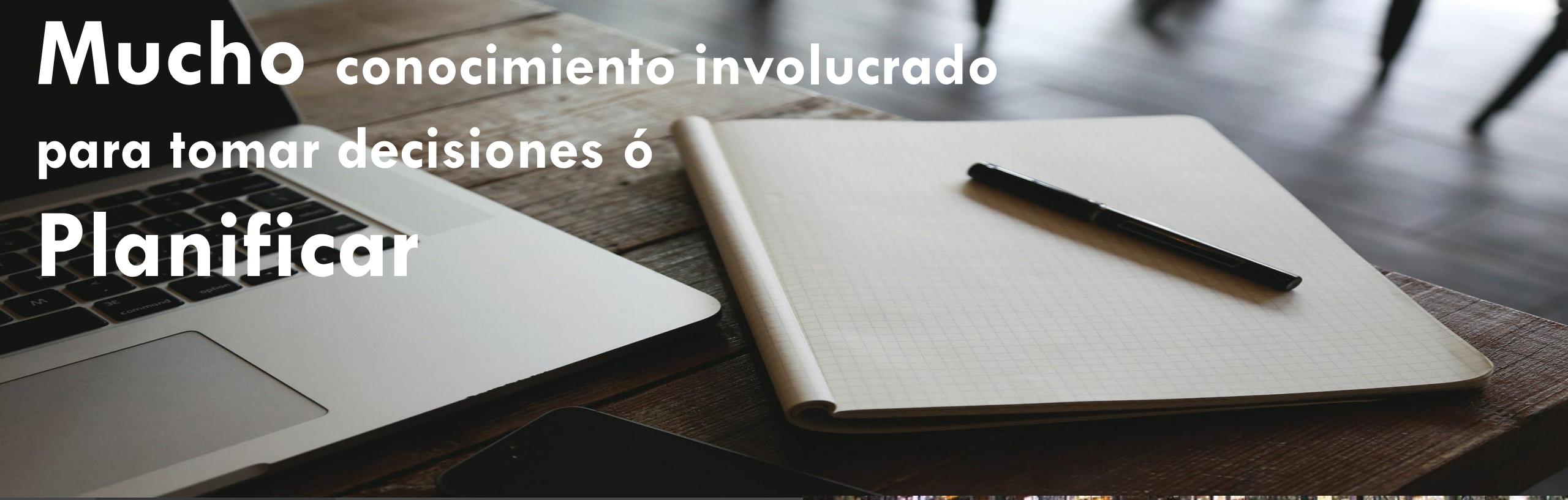


**Los problemas  
requieren  
explorar  
muchas alternativas  
de solución**

La información es incompleta, difusa y/o inexacta



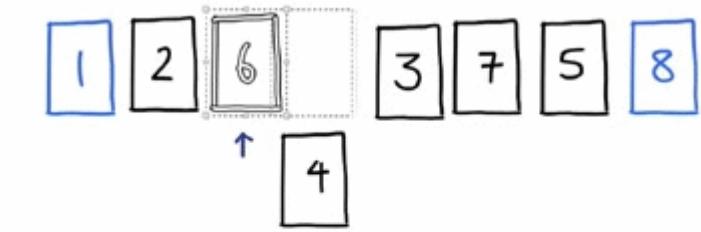
# Mucho conocimiento involucrado para tomar decisiones ó Planificar



The screenshot shows a software interface for 'Parallel planning' under 'REALIME PRODUCTION PLANNING'. The top bar includes 'CUSTOMISATION', 'HELP', 'LOGOUT JOHN DOE', the date '2016/10/04 TUESDAY', and the time '17:49:30 CURRENT TIME'. On the left, a sidebar lists navigation options: 'your company', 'Dashboard', 'Production', 'Production lines', 'Outbound deliveries', 'Shift management', and 'Upstream'. The main area displays five parallel production lines: Line XX01 (Delayed 2 hours 32 min.), Line YY05 (In advance 1 hour 8 min.), Line YY07 (In advance 49 min.), Line FF01 (According to plan), and Line Q003 (Delayed 26 min.). Each line has a table showing work orders or tasks. A progress bar at the bottom indicates 'Overall material availability' at 34%, 48%, and 18%.



# Paradigma Actual



## ALGORITMO:

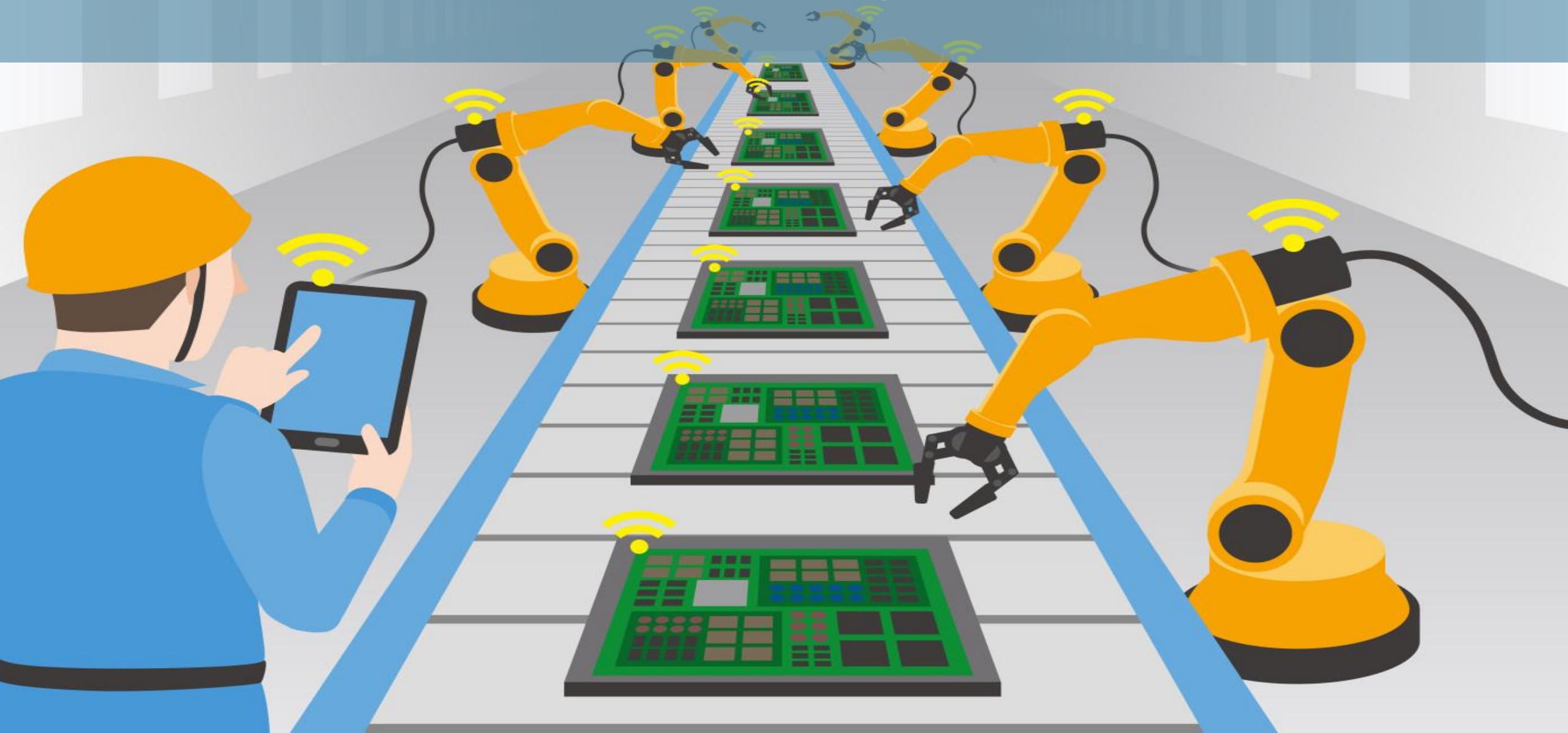


# ¿Porqué necesitaría otro nuevo paradigma?



- ✓ Entornos cambiantes de las tareas/procesos:
  - ✓ Algoritmo no puede cambiar la secuencia para “adaptarse” automáticamente.
- ✓ Pasos no se conocen de antemano ó no son claros.
- ✓ Demasiadas alternativas de solución para establecer una secuencia de pasos.
- ✓ No se puede “enumerar” los pasos para resolver un problema.
- ✓ La secuencia podría no ser finita.

# Automatización... ¿Suficiente?



# Hacia Mayor Autonomía

Conducción tripulada (actual)



# Hacia Mayor Autonomía

## Conducción Remota



# Hacia Mayor Autonomía

Conducción Automática:



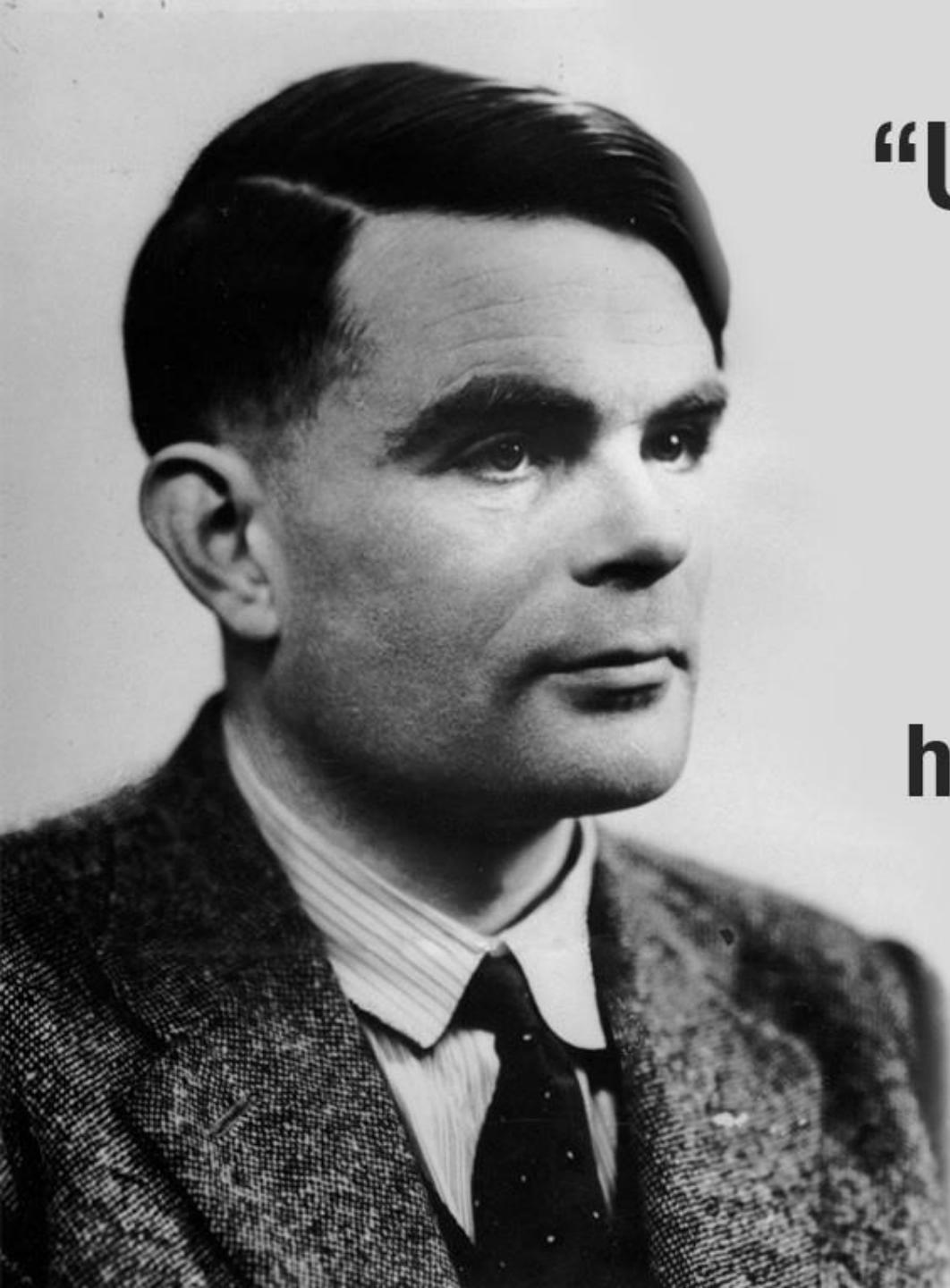
# Hacia Mayor Autonomía

*Conducción Autónoma:*





¿Podemos  
reproducir algo  
de nuestra  
*Inteligencia* en  
un computador?

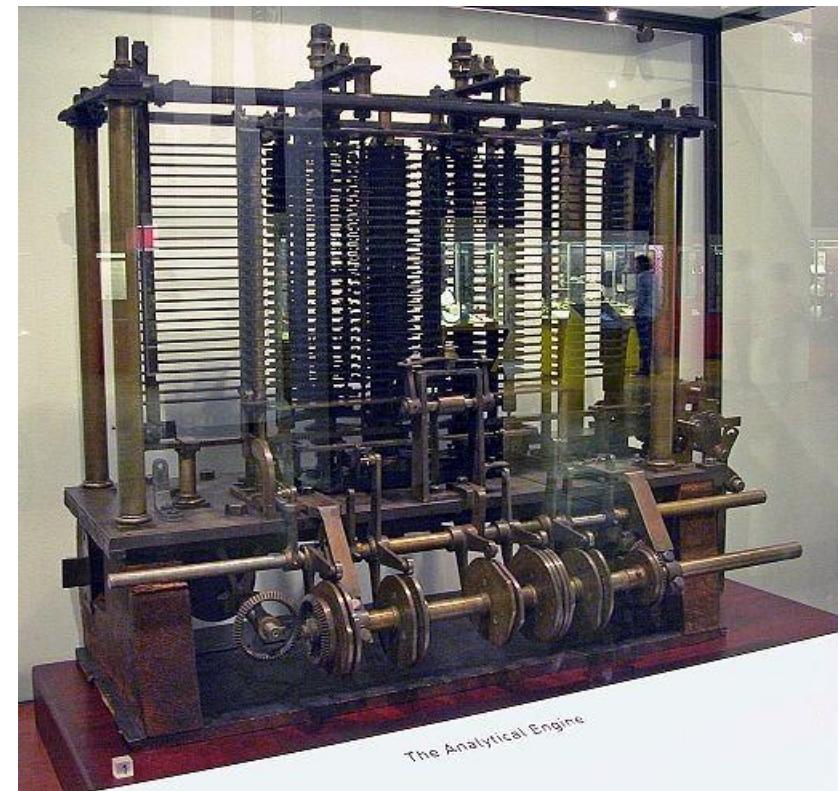


**“Una computadora  
puede ser llamada  
inteligente  
si logra engañar  
a una persona  
haciéndole creer que es un  
humano”**

Alan Mathison Turing  
1912–1954

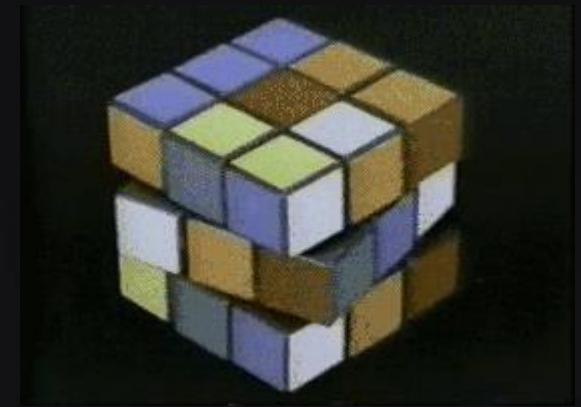
# Contribuciones de A. Turing

- *La máquina universal* (1936)
- Criptografía (WW II)
- Computadores y Computación (1946)
- *Inteligencia Artificial* (1950)
- *Morfogénesis* (1952)

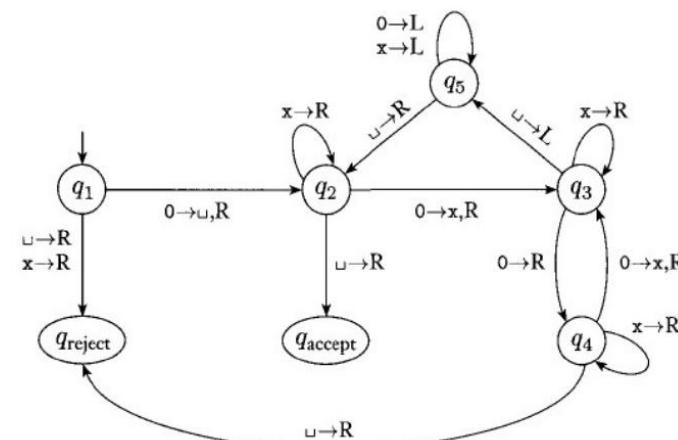
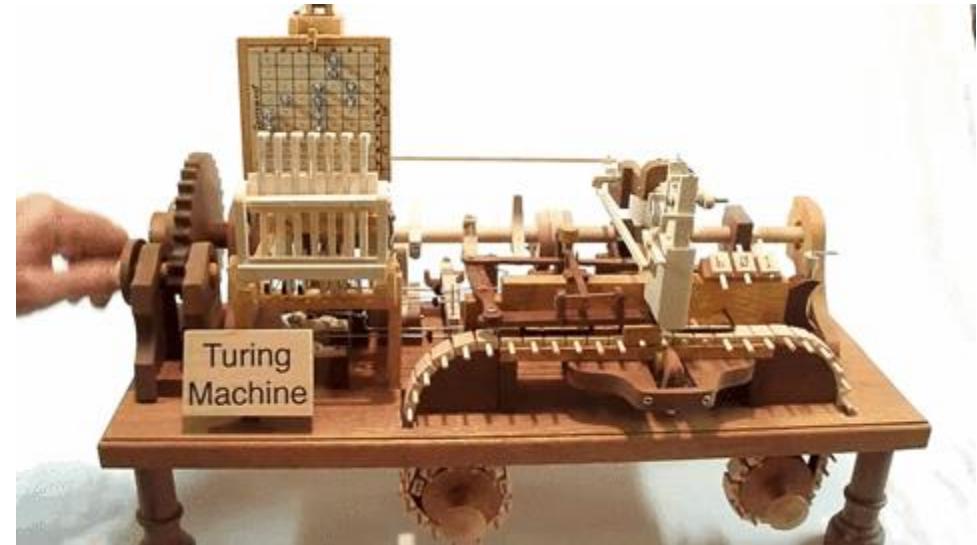
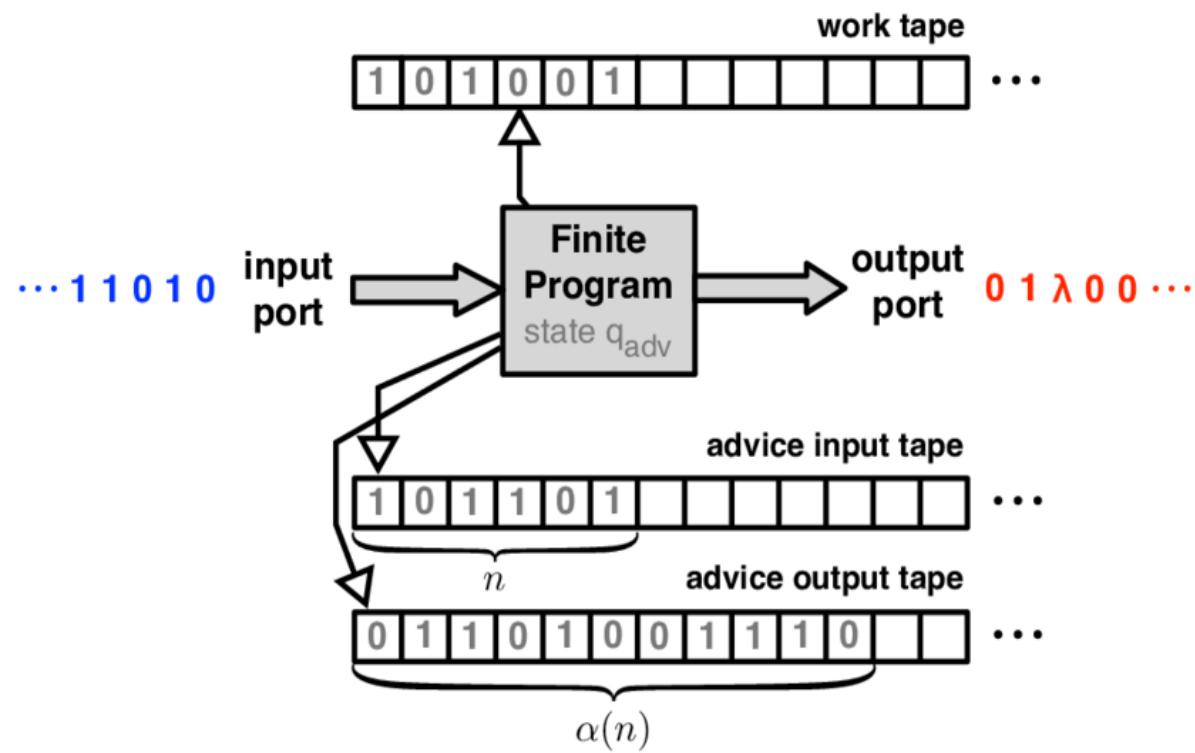


# Límites de la Computación

Hasta acá todo hace parecer que para dotar un computador de inteligencia (y por tanto, autonomía), se requiere resolver problemas que no son “**tratables**” bajo una **máquina universal de Turing**.

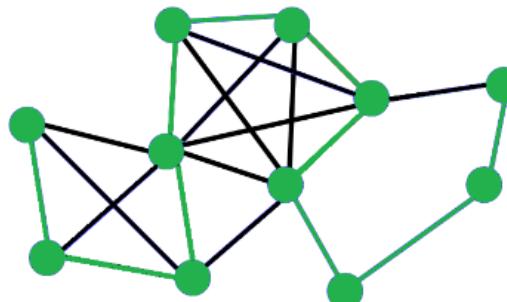


# Una Máquina de Turing



# Problemas *Intratables*

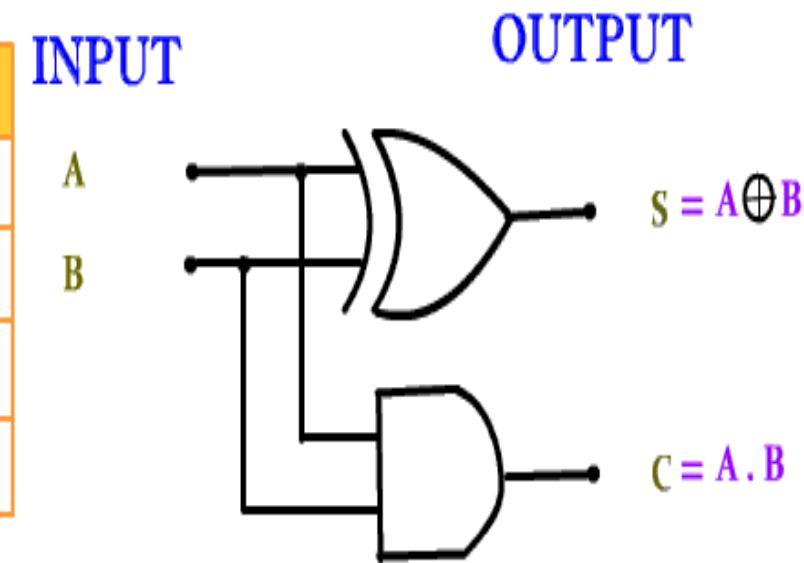
- Un problema es *intratable* cuando:
  - este requiere una respuesta de longitud exponencial (ej: buscar todos los circuitos Hamiltonianos de longitud a lo más  $k$ ).
- este es *indecidable* (ej: no puede determinar si para una entrada dada, un algoritmo finaliza ó no - acepta/rechaza):
  - ó dicho de otra forma: el problema es *decidable* pero no se conocen *algoritmos polinomiales* que lo resuelvan.



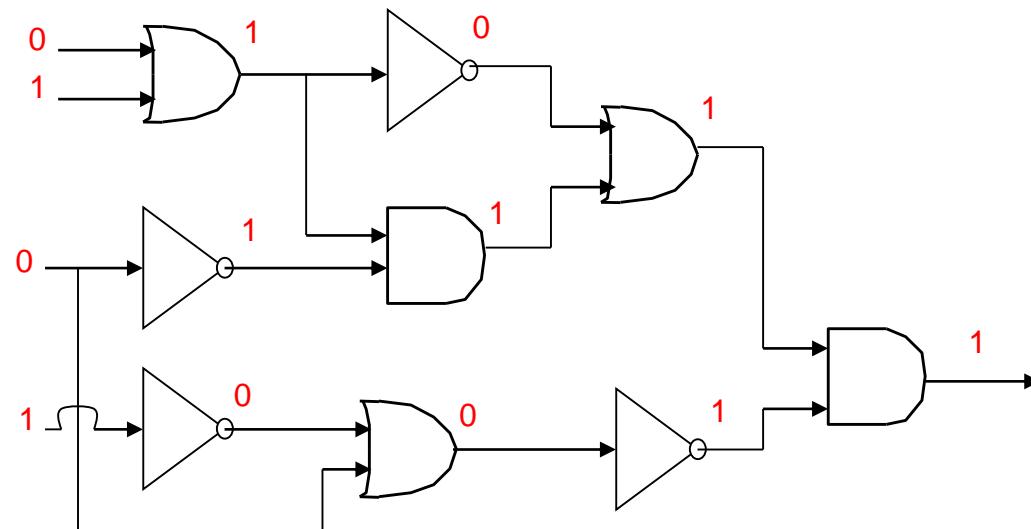
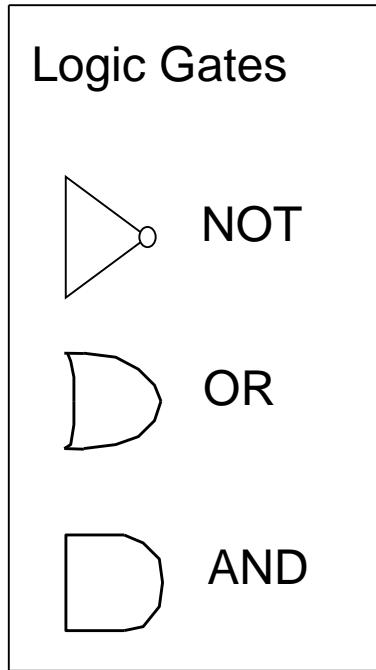
# Círculo de SATisfacibilidad de restricciones (SAT)

# Comencemos con un circuito simple...

## Half-Adder



# Circuito de SATisfabilidad de restricciones (SAT)

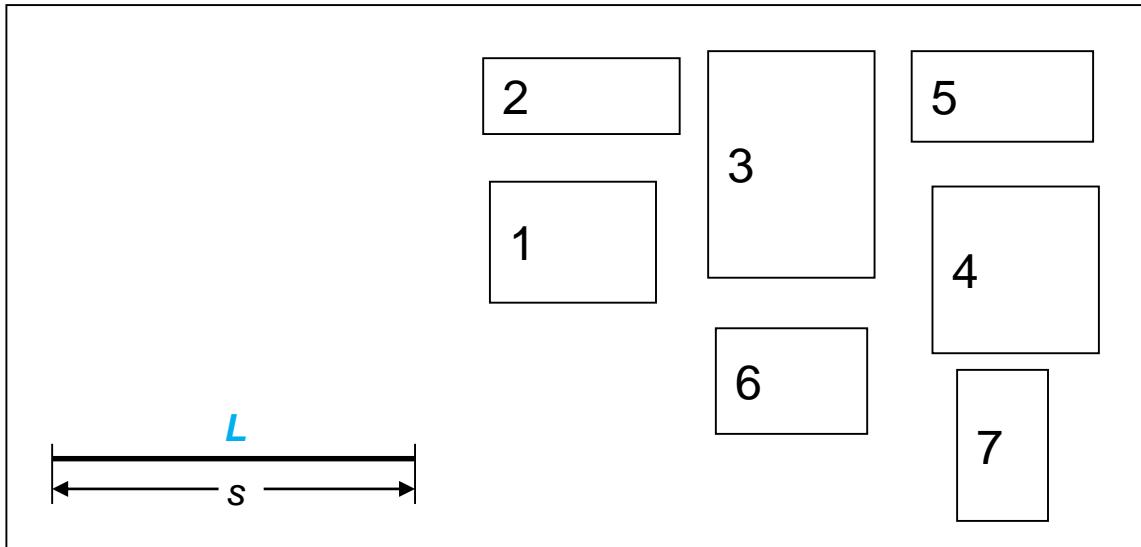


# Circuito SAT

El problema también puede expresarse como una fórmula booleana con una asignación que se debe satisfacer:

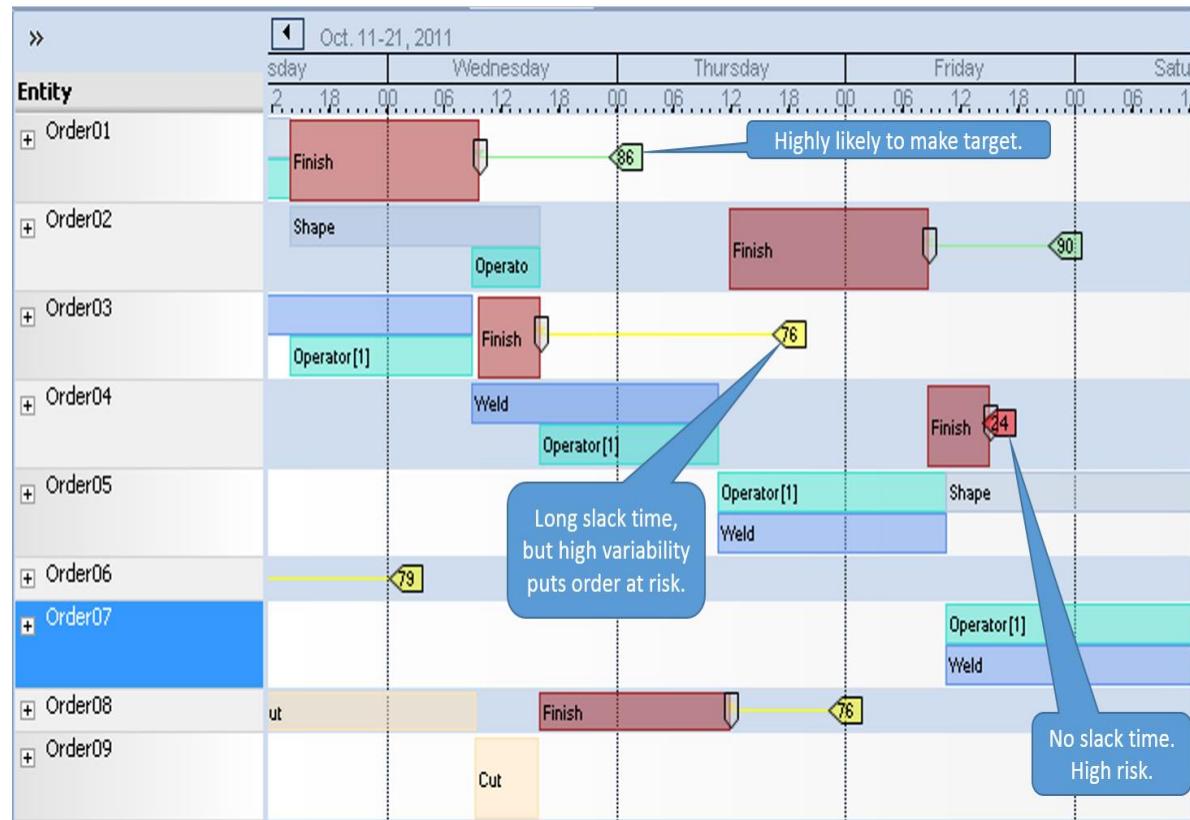
$$\phi = (x_1 \vee x_1 \vee x_2) \wedge (\overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_2}) \wedge (\overline{x_1} \vee x_2 \vee x_2)$$

# Problema de la “Mochila”

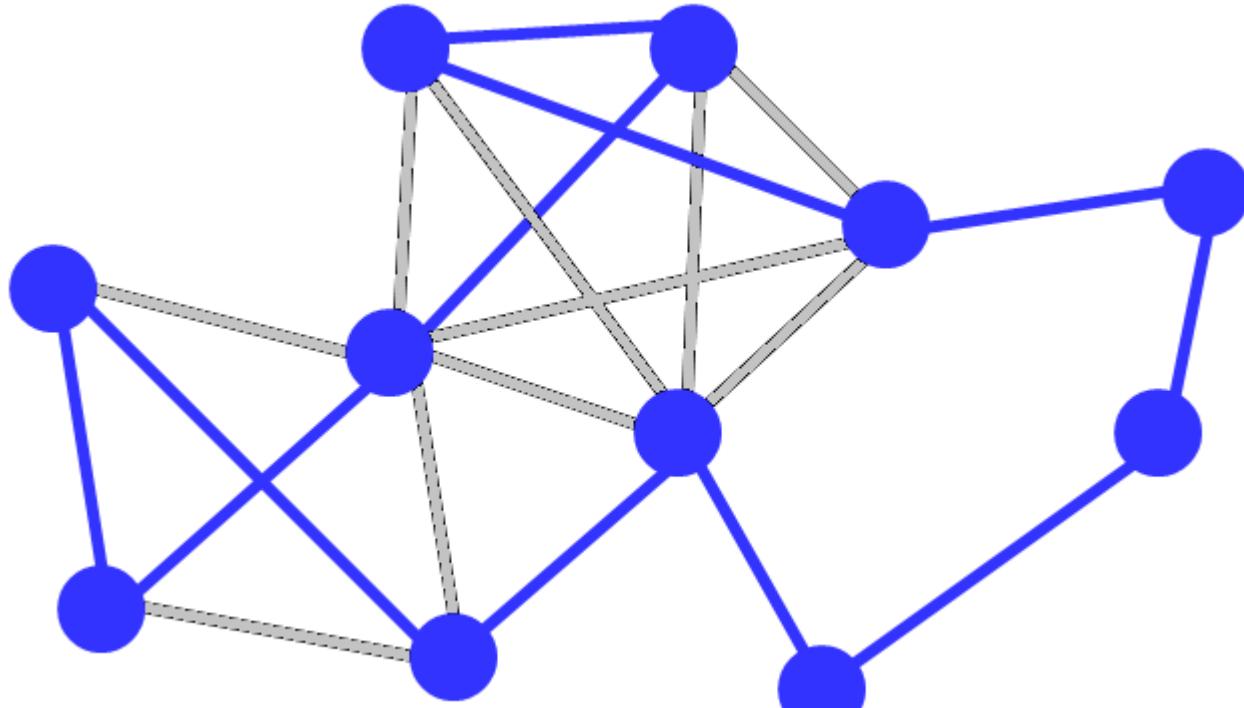


Dados  $s$  y  $w$ , ¿Podemos mover un subconjunto de rectángulos a  $L$  tal que el área total de rectángulos sobre  $L$  sea al menos  $w$ ?

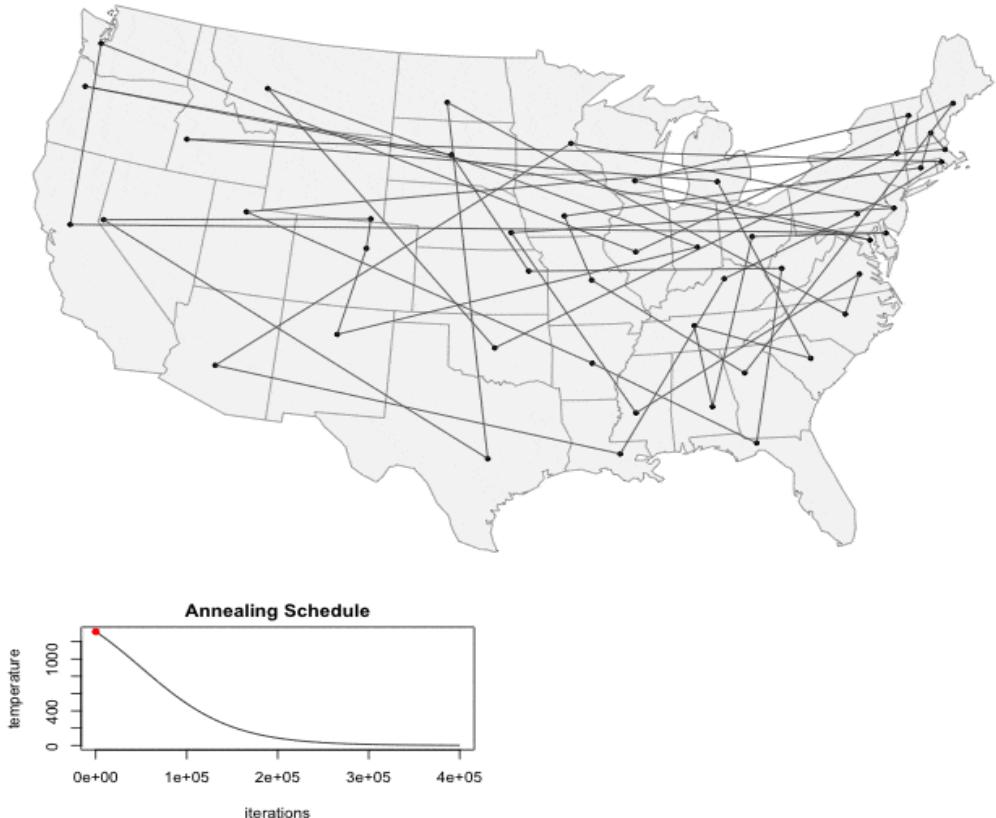
# Problema de Programación (Scheduling)



# Vendedor Viajero (TSP): Una versión de camino Hamiltoniano



Distance: 43,499 miles  
Temperature: 1,316  
Iterations: 0

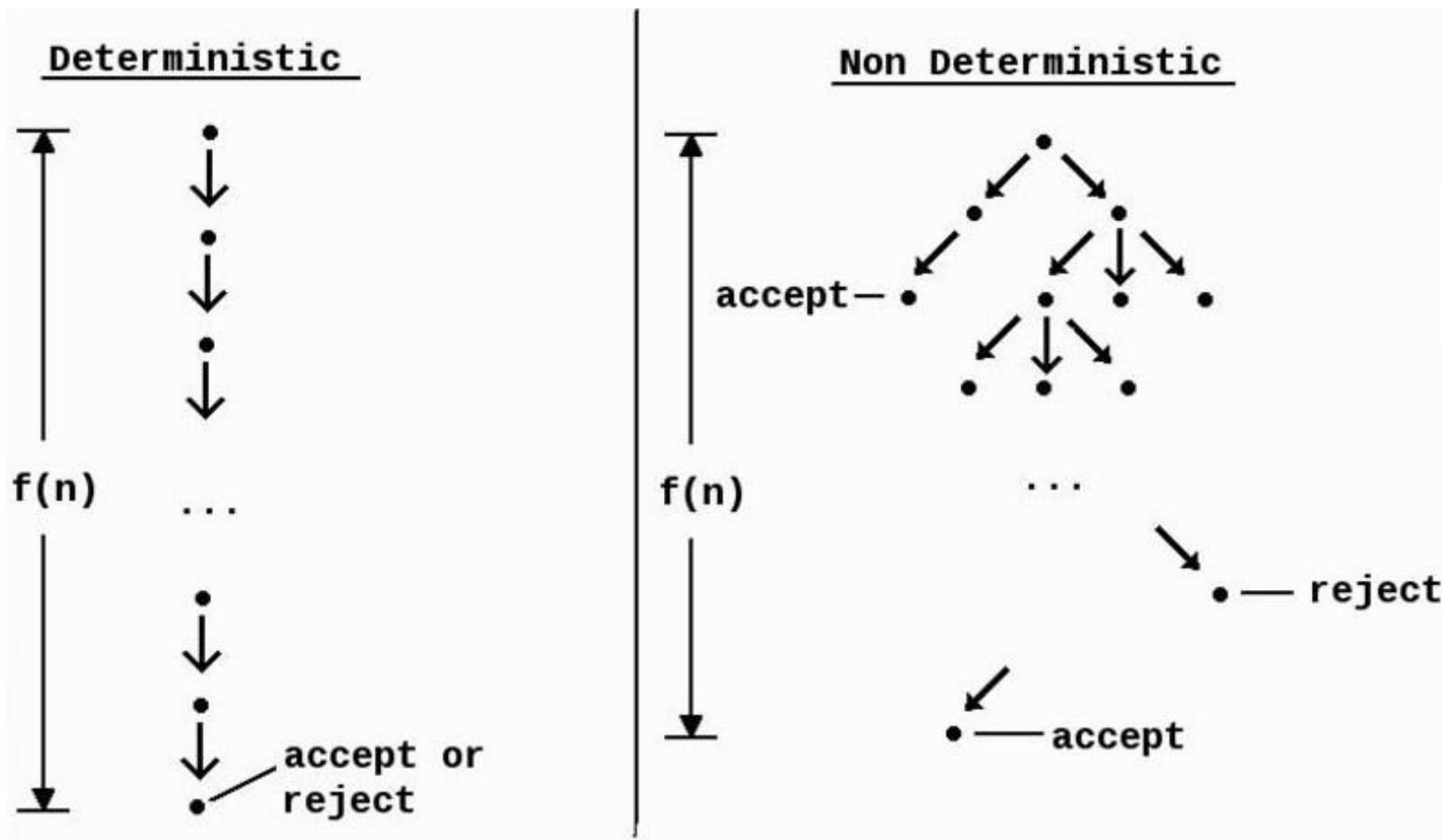


# Determinismo vs. No-determinismo

*Un algoritmo tradicional está basado en un modelo de computación llamado una **Máquina de Turing** (MT):*

- **Algoritmos Deterministas** toman decisiones basadas en información (predecible): para una misma entrada, la salida es siempre la misma.
- **Algoritmos No-deterministas** producen una respuesta mediante una serie de “**adivinanzas correctas**”.

# Determinismo vs. No-determinismo



# Clases de Problemas: **P** y **NP**

- **P** (*deterministic Polynomial time*): conjunto de problemas de decisión (de respuesta aceptar/rechazar) que pueden ser **resueltos** por una MT determinista en tiempo **polinomial**.
- **NP** (*Non-deterministic Polynomial time*): conjunto de problemas de decisión para los cuales, las respuestas aceptar, pueden ser **verificadas** por una MT determinista en tiempo **polinomial** ( $O(n^k)$ ).

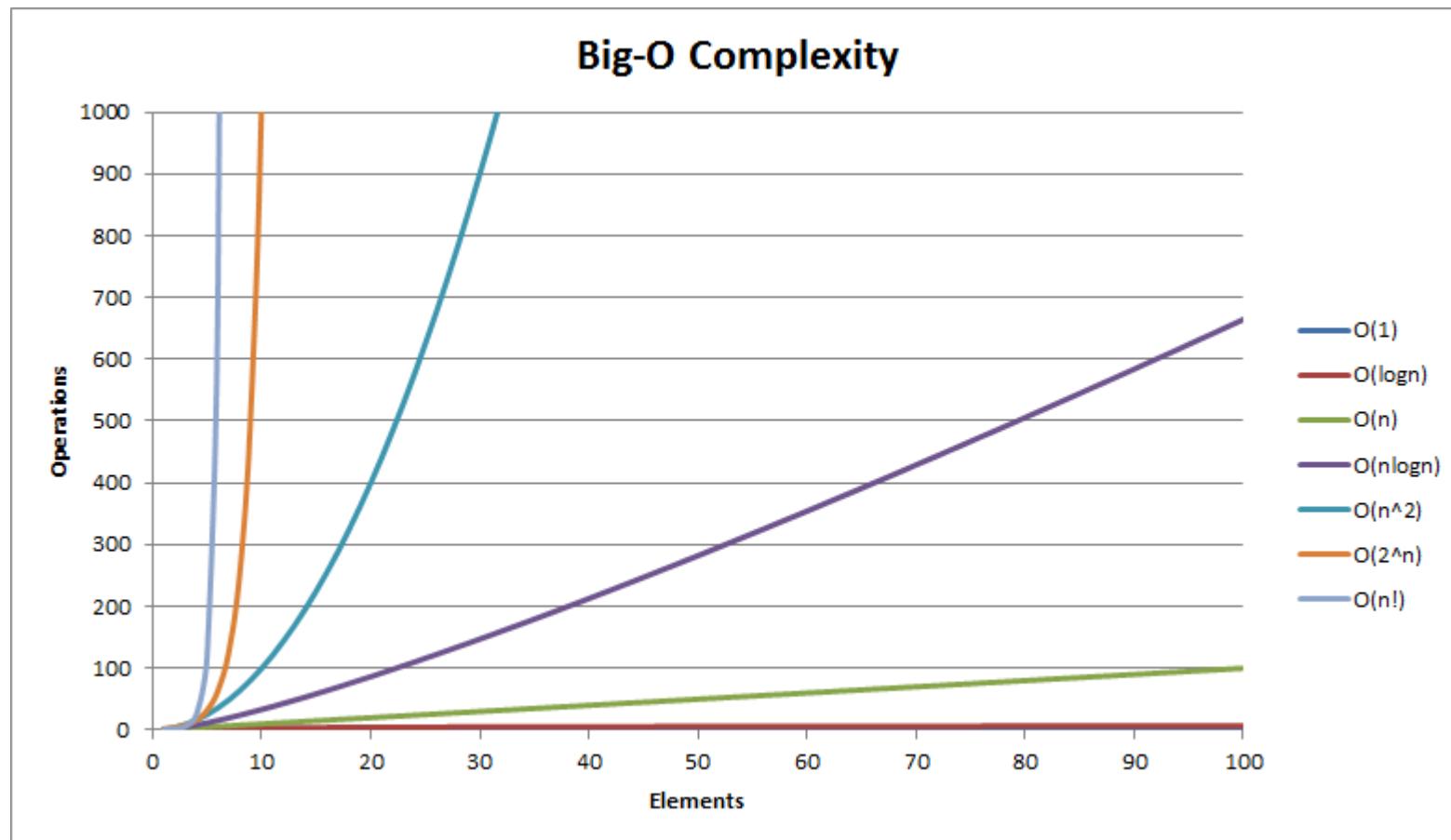
# Clase P: Problemas de solución tradicional

Tiempo de un algoritmo:

$T(n)$

Orden de Complejidad (temporal):

$O(T(n))$



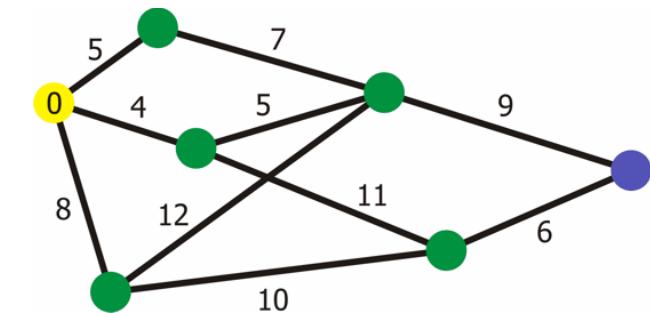
# Ejemplos:

*Mostrar las transacciones bancarias más recientes de un cliente.*

*Promediar el consumo promedio de minutos de llamadas a celular de los clientes de cierta área.*

*Determinar los clientes morosos de una empresa.*

*Encontrar rutas mínimas entre puntos de entrega.*



# Clase NP

- Si alguien “nos entrega” la solución de un problema, podemos verificarla en *tiempo polynomial*.
  - ¿Problema? Debemos buscar la solución primero 😊
- Propiedades:
  - Método *no-determinista* para buscar/generar soluciones posibles.
  - Método *determinista* para verificar (reconocer) en *tiempo polinomial* que la solución es correcta.

# NP-Compleitud

Un problema  $X$  que pertenece a NP también está en el conjunto NP-Completo ssi cualquier otro problema en NP puede transformarse en tiempo polinomial a  $X$ .

Un problema NP-completo conocido es SAT (Stephen Cook, 1971).

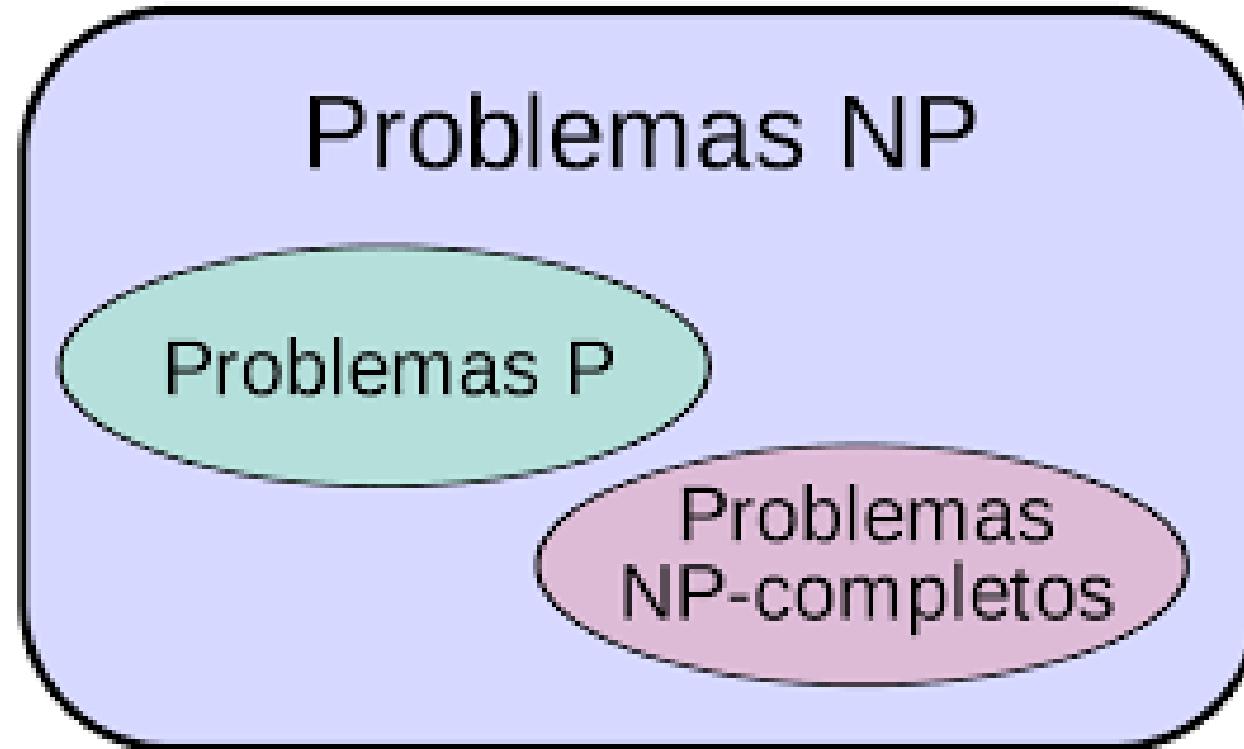
Entonces: Podríamos probar la NP-Compleitud de  $X$  a partir de SAT.

“NP-Completo” viene de:

Non-deterministic Polynomial

Completo - “Resuelve uno, Resuelve todos”

# ¿P=NP ?



# Si P=N<sub>P</sub> ...

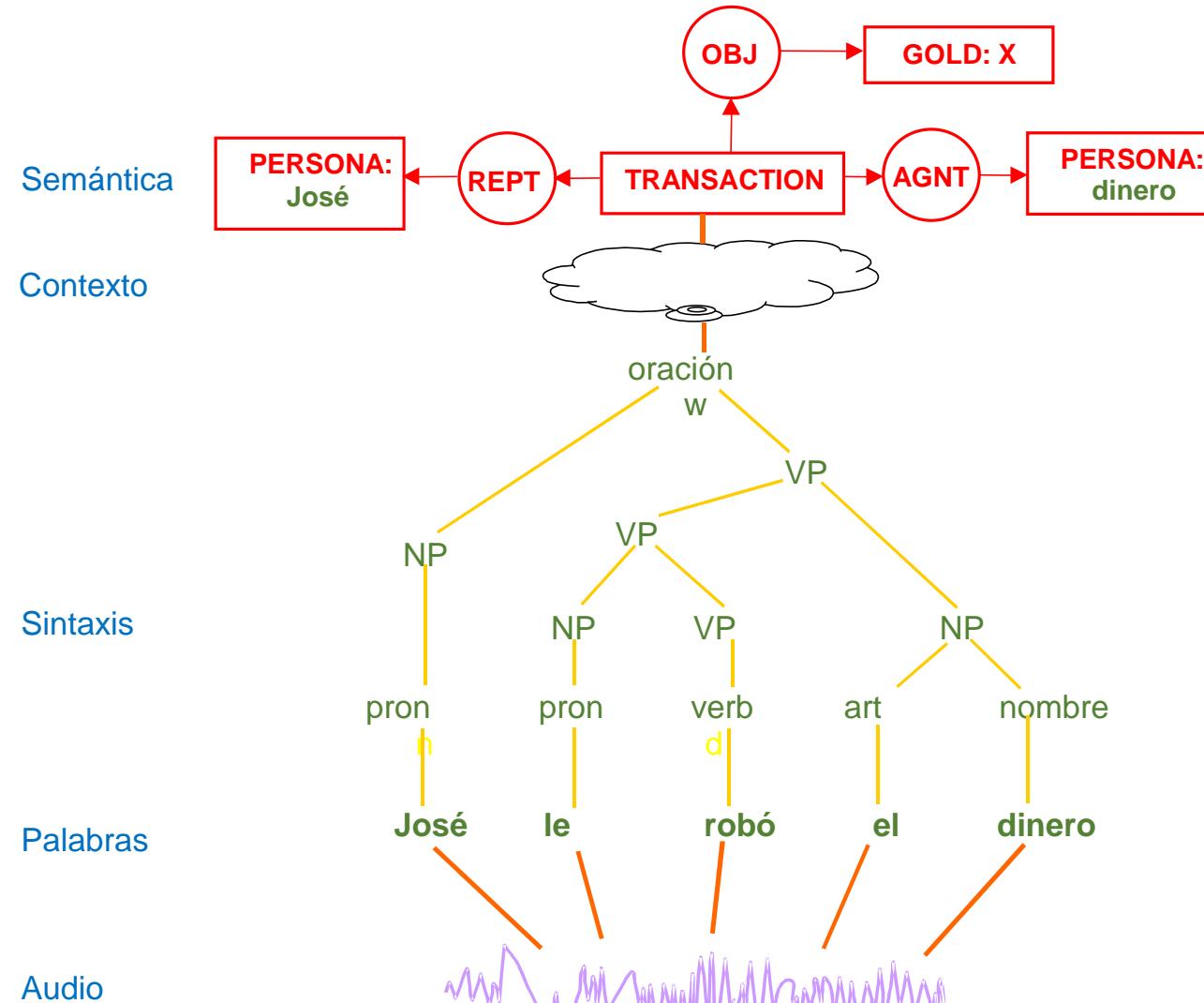
*Soñar no cuesta nada...*

- Criptografía (como la conocemos) no sería posible.
- La generación (de soluciones) sería tan fácil como el reconocimiento (verificación).
- Ser un Chef sería tan fácil como comer.
- Escribir sinfonías sería tan fácil como escucharlas.
- etc

# ¿Qué tiene de NP?



# ¿Qué tiene de NP?



# ¿Qué tiene de NP?

# colores  
# países



# ¿Y porqué todo esto es importante?



*La mayoría de los problemas reales complejos son del tipo NP ó NP-Completos!!*

# Entonces..¿Cómo resolver los problemas?



- Aplique métodos de *aproximación*.
- Agregue más “*supuestos*” para *simplificar*.
- Modo “*Porfiado*”: Use de *todas formas* la *solución de tiempo exponencial*.
- *Utilice modelos no convencionales* y “*conocimiento*” experto → IA.
- Otros..

A black and white photograph featuring a silver dumbbell on the left and a close-up of a clock face on the right. The clock has large, bold black numbers from 1 to 12 and a red second hand pointing at the 12. A solid red horizontal band covers the middle portion of the image, containing the text "Tiempo de Ejercicios".

Tiempo de Ejercicios

# Ejercicio Grupal (5 mins)

1. Elija un problema difícil de su empresa.
2. Determine si es *NP-completo* en base a su “pertenencia” a problemas del tipo SAT.



*¿Qué es IA?*

55

# Terminología (casi) equivalente

**Artificial Intelligence**

**Machine Intelligence**

**Cognitive Technology**

**Computational Intelligence**

# Diferentes Visiones

---

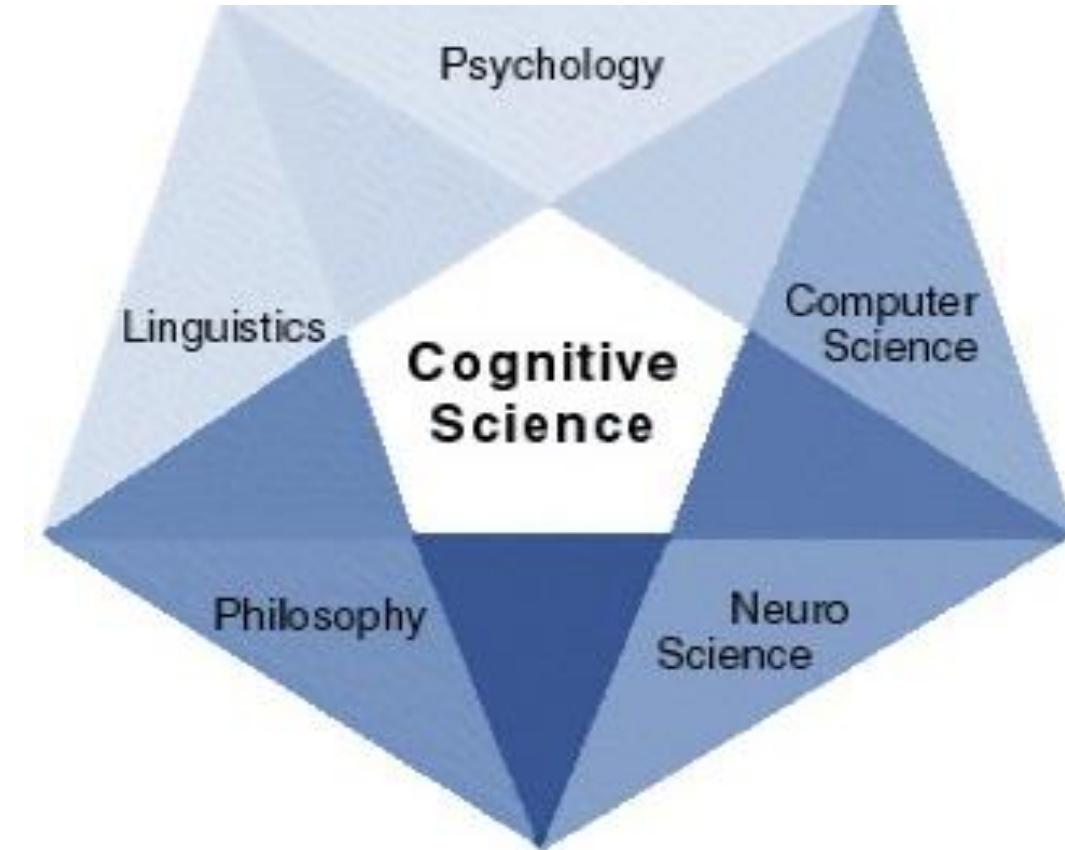
- ✓ Visión 1: **Pensar Humanamente** (*Ciencia Cognitiva*)
- ✓ Visión 2: **Actuar Humanamente** (*Test de Turing*)
- ✓ Visión 3: **Pensar razonalmente** (*Leyes del Pensamiento*)
- ✓ Visión 4: **Actuar Racionalmente** (*Agentes Racionales*)



# Visión 1:

## Pensar Humanamente (Ciencia Cognitiva)

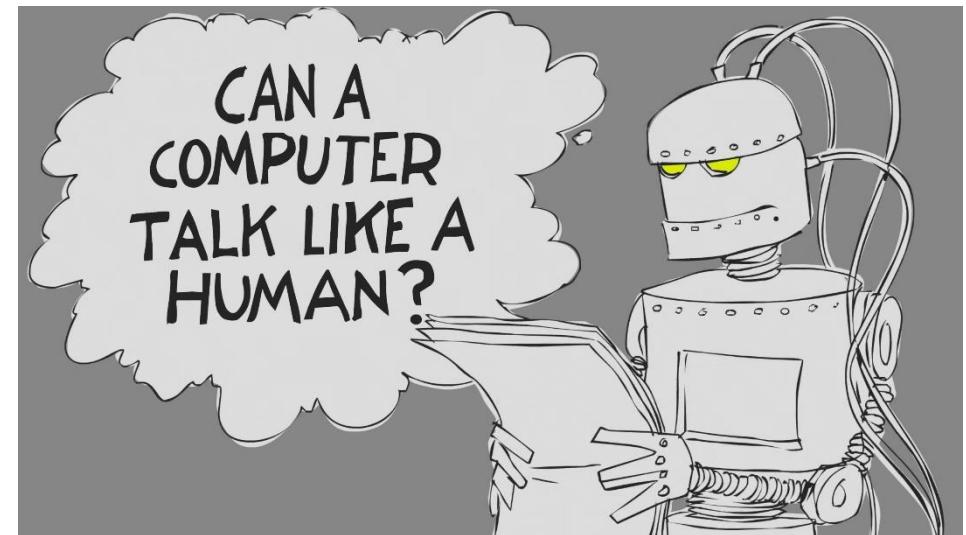
*“La automatización de actividades que asociamos con pensamiento humano, tales como toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje, etc”*



# Visión 2:

**Actuar Humanamente**  
**(Test de Turing)**

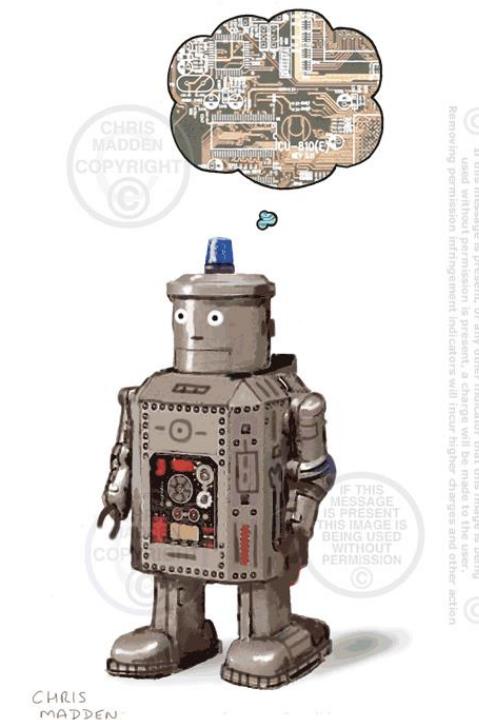
“El estudio de cómo hacer que los computadores realicen tareas que requerirían inteligencia si las hiciera un humano”.



# Visión 3:

## Pensar racionalmente (Leyes del Pensamiento)

*“El estudio de las facultades mentales a través del uso de modelos computacionales”*



© If this message is present, or any other indicator that this image is being used without permission is present, a charge will be made to the user.  
Removing permission infringement indications will incur higher charges and other action.

# Visión 4:

## Actuar Racionalmente (Agentes Racionales)

*“La automatización de la **conducta inteligente**”*



# Historia Resumida (1943-2000)

- ✓ 1943: Modelo matemático de neuronas que realiza operaciones lógicas (Pitts and McCulloch).
- ✓ 1950: Máquina de Turing y test de Turing (A. Turing).
- ✓ 1950: Teoría de información, posibilidad que computadores jueguen ajedrez (C. Shannon).
- ✓ 1955: Conferencia en el Dartmouth College (USA): nace formalmente la “Inteligencia Artificial”.
- ✓ 1958 Primer lenguaje de programación simbólico para IA: LISP (J. McCarthy).
- ✓ 1959 Surge el área de “Aprendizaje automático” (A. Samuel).
- ✓ 1963: Comienzo de iniciativa ALVEY para desarrollo de sistemas inteligentes en UK.
- ✓ 1965 Primer Sistema de interacción en lenguaje natural ELIZA (J. Weizenbaum).

# **Historia Resumida (1943-2000)**

- ✓ 1969: Diseño de SHAKY: primer robot con planificación inteligente (R. Fikes).
- ✓ 1971: Primer lenguaje de programación Lógica: PROLOG (A. Colmerauer).
- ✓ 1977: Primer sistema inteligente (“experto”) en prospectar efectivamente mineral: PROSPECTOR (R. Duda)
- ✓ 1978: Desarrollo General Problem Solver, CMU, USA (Newel & Simon).
- ✓ 1973-1980 Años “oscuros” (The “AI winters”) de la IA.
- ✓ 1980: Proyecto de computadores inteligentes de quinta generación en Japón: ICOT.
- ✓ 1986: Desarrollo de modelo de la “Society of Mind” de M. Minsky.
- ✓ 1990-2000 mayores avances en IA aplicada y surgimiento de más empresas: robótica inteligente, aprendizaje, visión, traducción automática, y muchos otros.

# **Historia Moderna Resumida (1995-Actual)**

**1995** IBM con Deep Blue gana en ajedrez.

**2010** Deep Mind con AlphaGo

**2010** Lanzamiento de Kinect de Microsoft

**2011** IBM Watson con Jeopardy

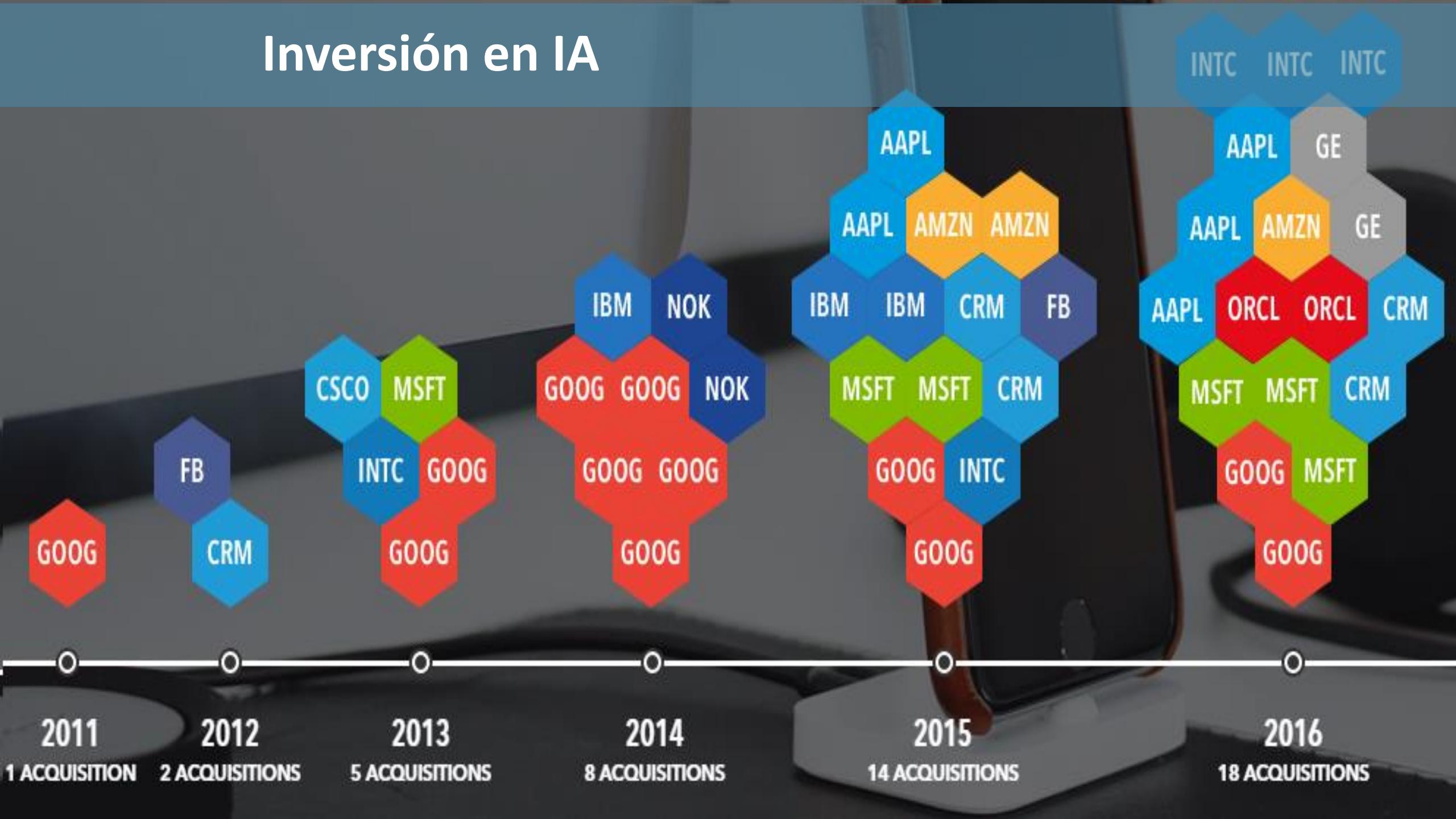
**1980-2017** Vehículos autónomos comerciales, etc.

Otros detalles: <https://aitopics.org/misc/brief-history>

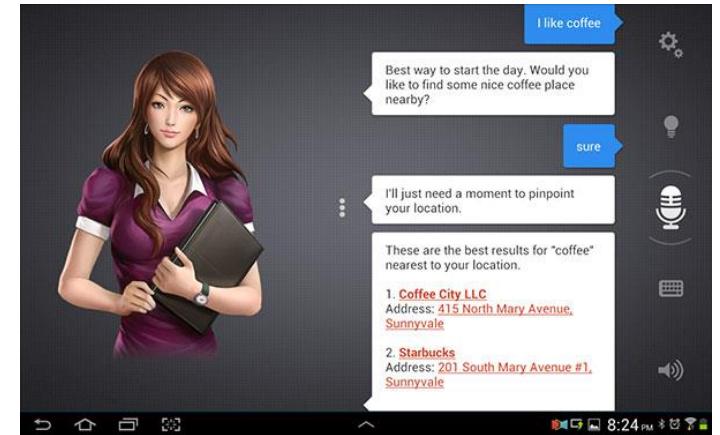
# No todo ha sido tan bueno...



# Inversión en IA



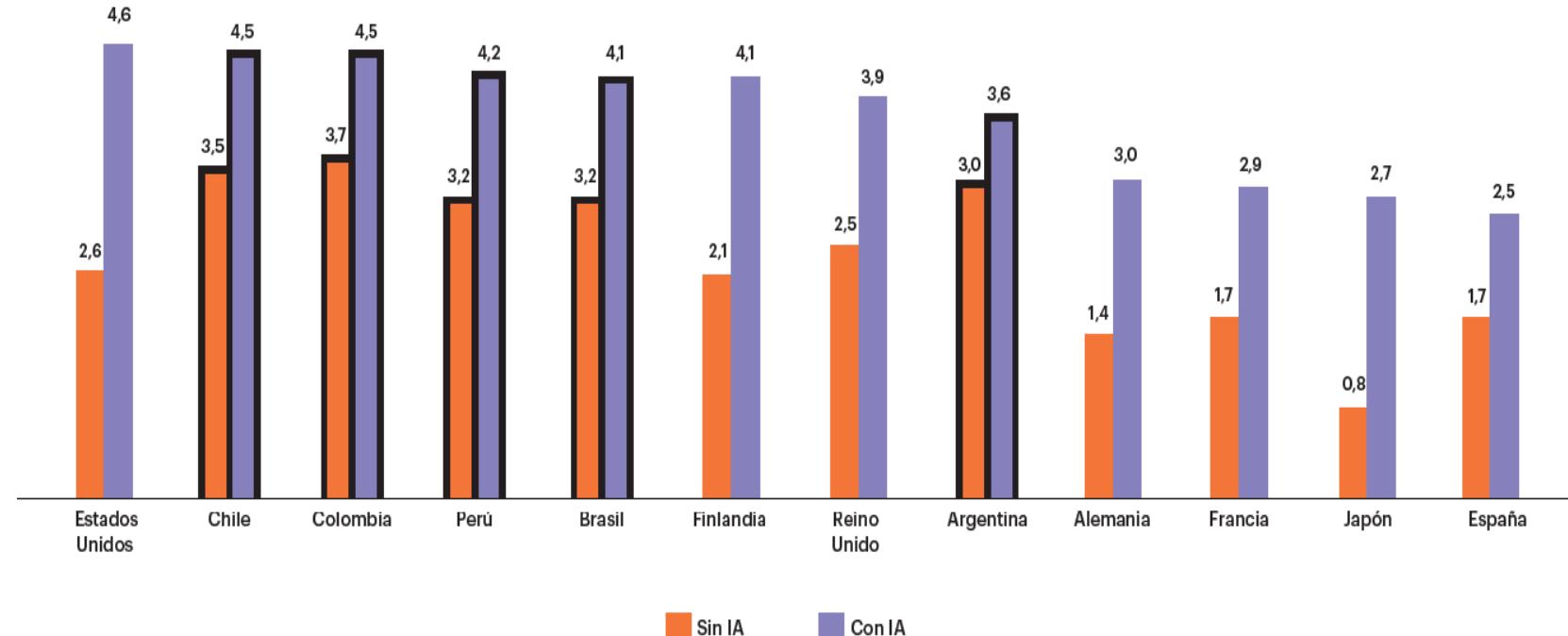
# Algunas Tecnologías Comerciales



amazon alexa



# Potencial de la IA



Valor agregado bruto (VAB) real (%), crecimiento)

Fuente: Accenture y Frontier Economics

# ¿Cómo podemos saber cuándo una máquina es “inteligente”? (1)

VOL. LIX. No. 236.]

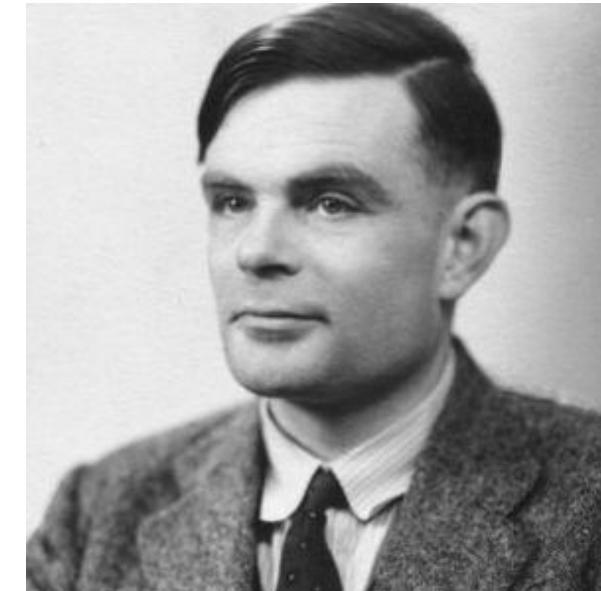
[October, 1950]

M I N D  
A QUARTERLY REVIEW  
OR  
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

---

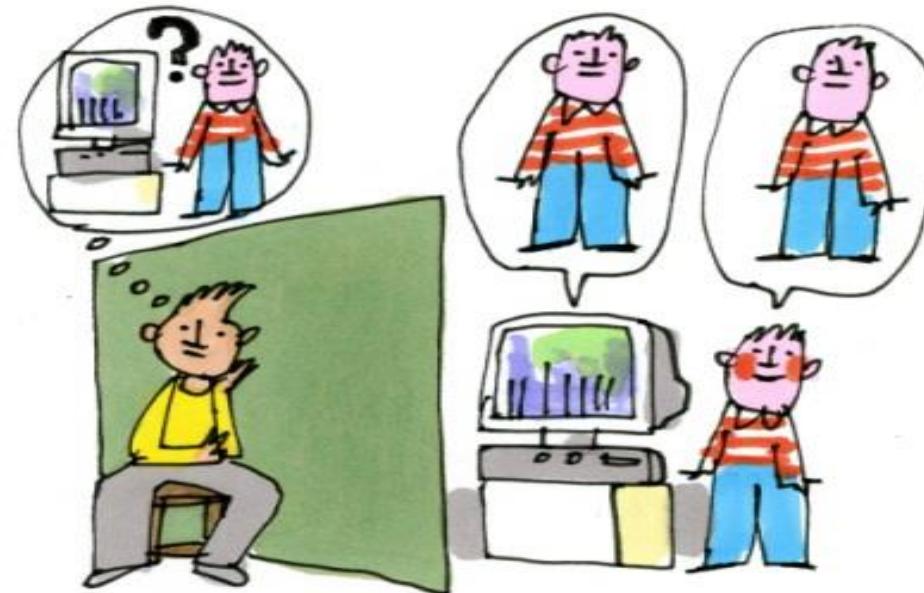
I.—COMPUTING MACHINERY AND  
INTELLIGENCE

By A. M. TURING

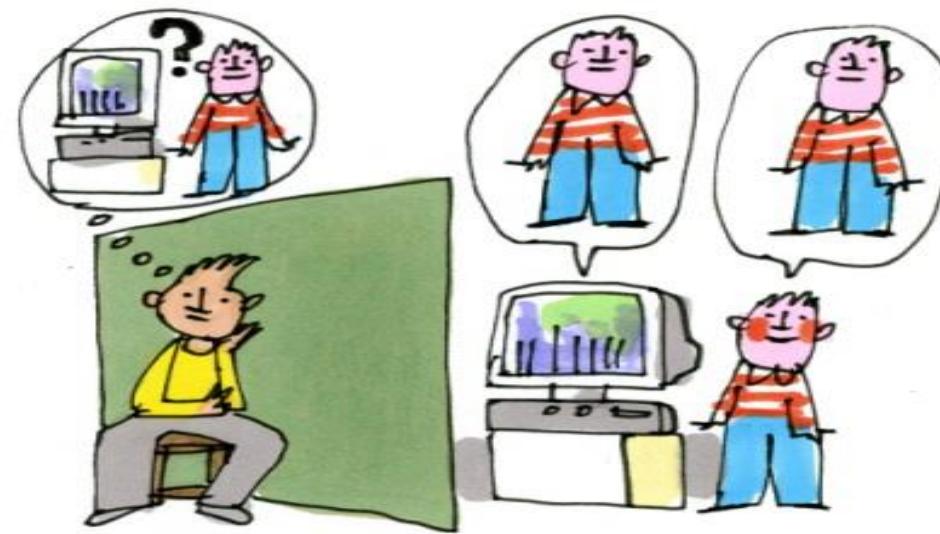


# ¿Cómo podemos saber cuándo una máquina es “inteligente”?

*Test de Turing (“Juego de Imitación” )*



# ¿Cómo podemos saber cuándo una máquina es “inteligente”?



# ¿Qué se requeriría para pasar el test de Turing?

- Procesamiento de lenguaje natural (NLP): comunicarse con el examinador.
- Representación del conocimiento: almacenar y recuperar información proporcionada durante la interrogación.
- Razonamiento automático: utilizar información almacenada para responder preguntar y generar nuevas conclusiones.
- Aprendizaje automático (Machine learning): adaptarse a nuevas circunstancias y detectar y extraer patrones.
- Visión: reconocer las acciones del examinador y varios objetos presentados por este.
- Control Motor: actuar sobre los objetos según lo solicitado (robótica).
- Otros sentidos: audición, olfato, tacto, etc.

# Un ejemplo con ELIZA

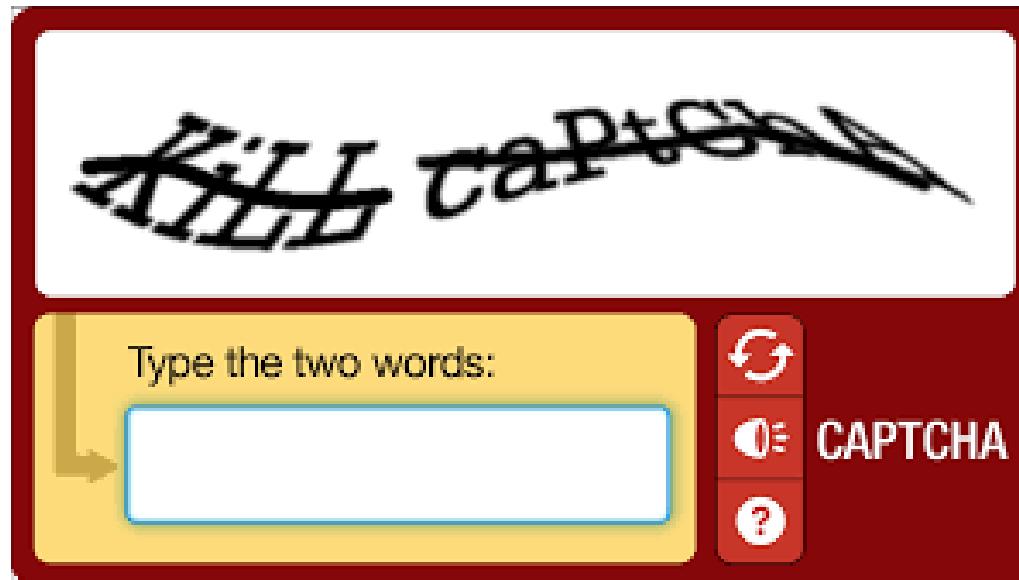
**DEMO**





*"En Internet, nadie sabe que eres un perro"*

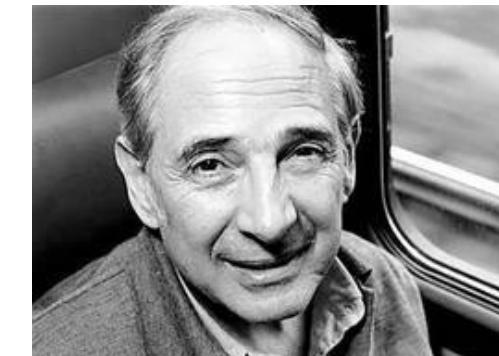
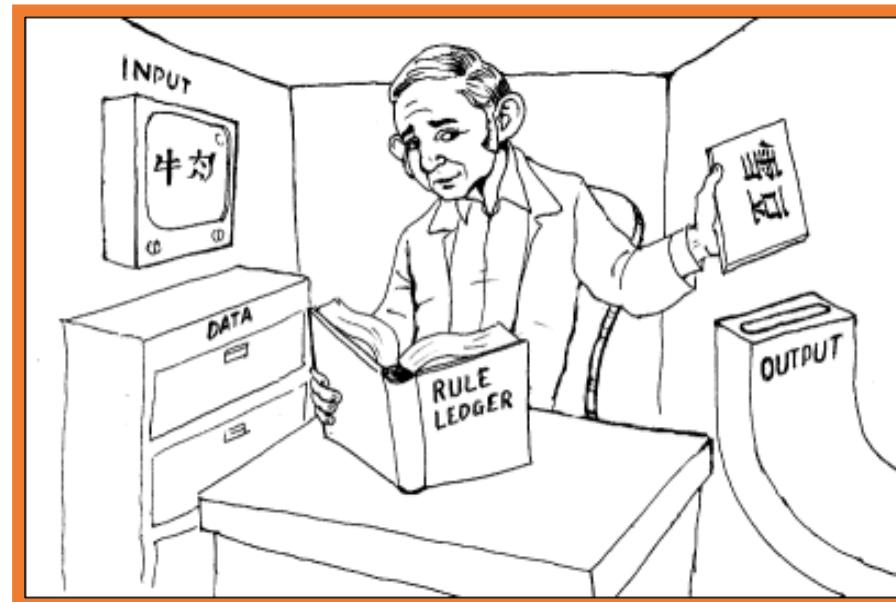
# ¿Test de Turing en Autentificación?



(Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart)

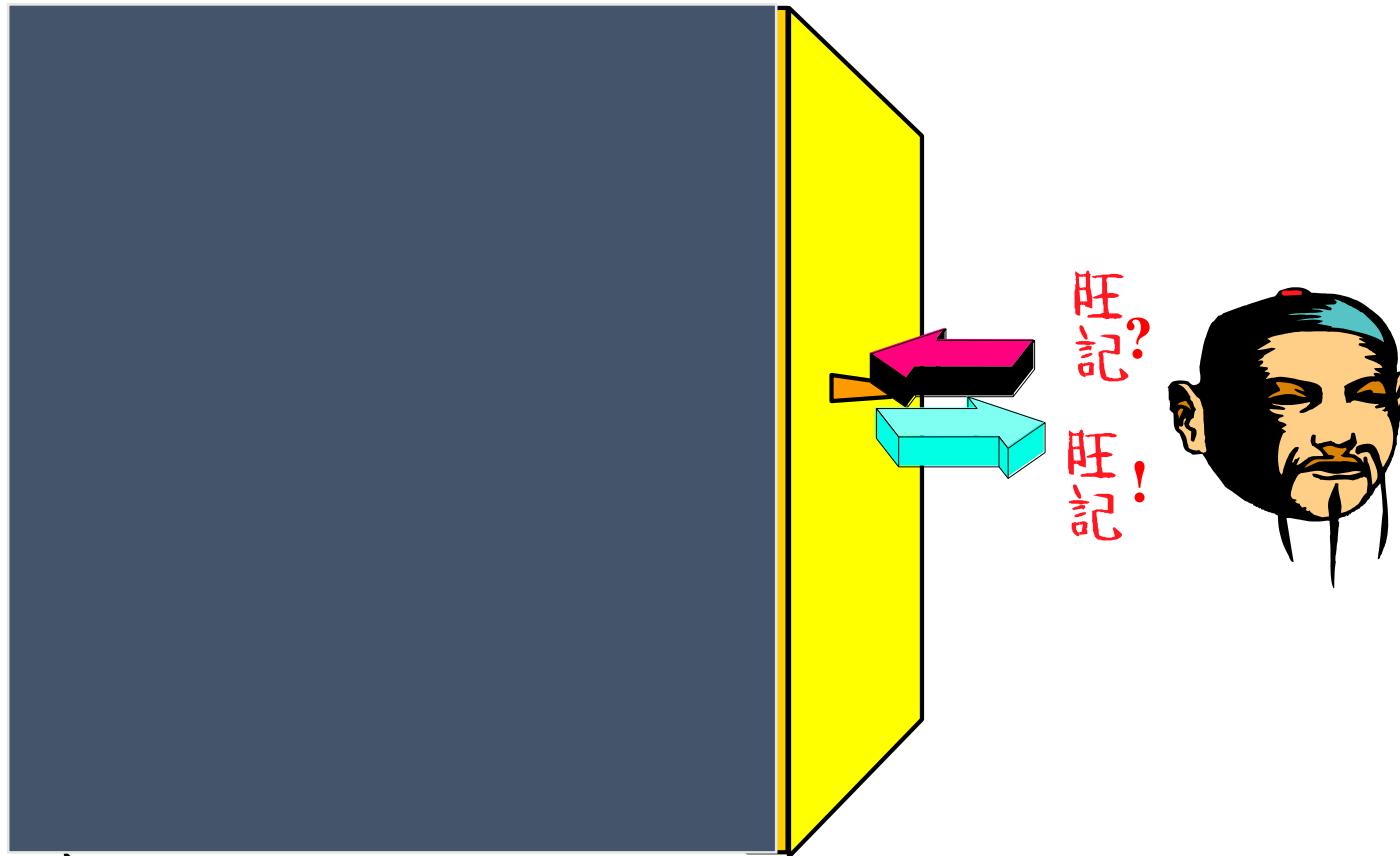
# ¿Cómo podemos saber cuándo una máquina es “inteligente”? (2)

## Test (“argumento”) de la Caja China

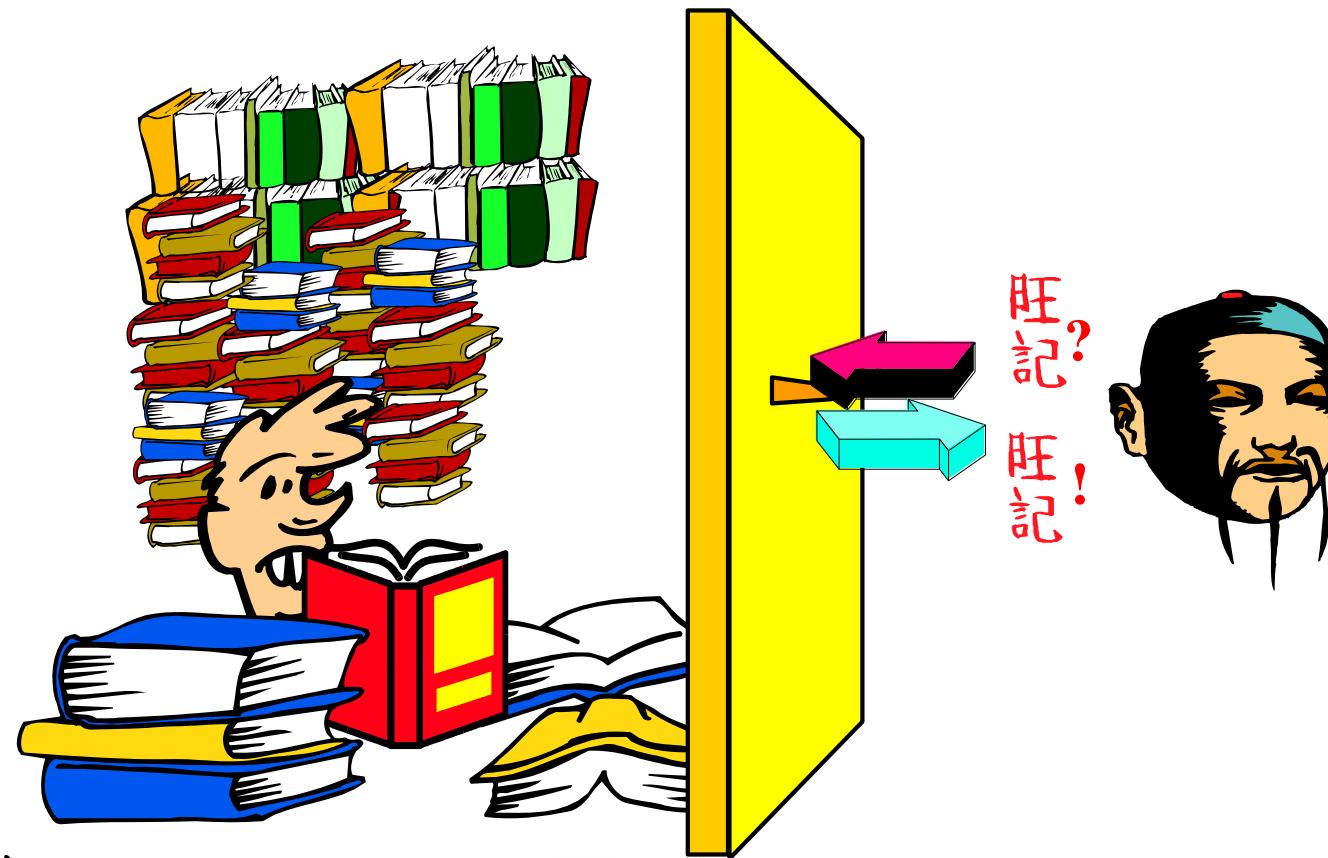


*John Searle*

# Argumento de la Caja China



# Argumento de la Caja China



78

# Escuelas de IA

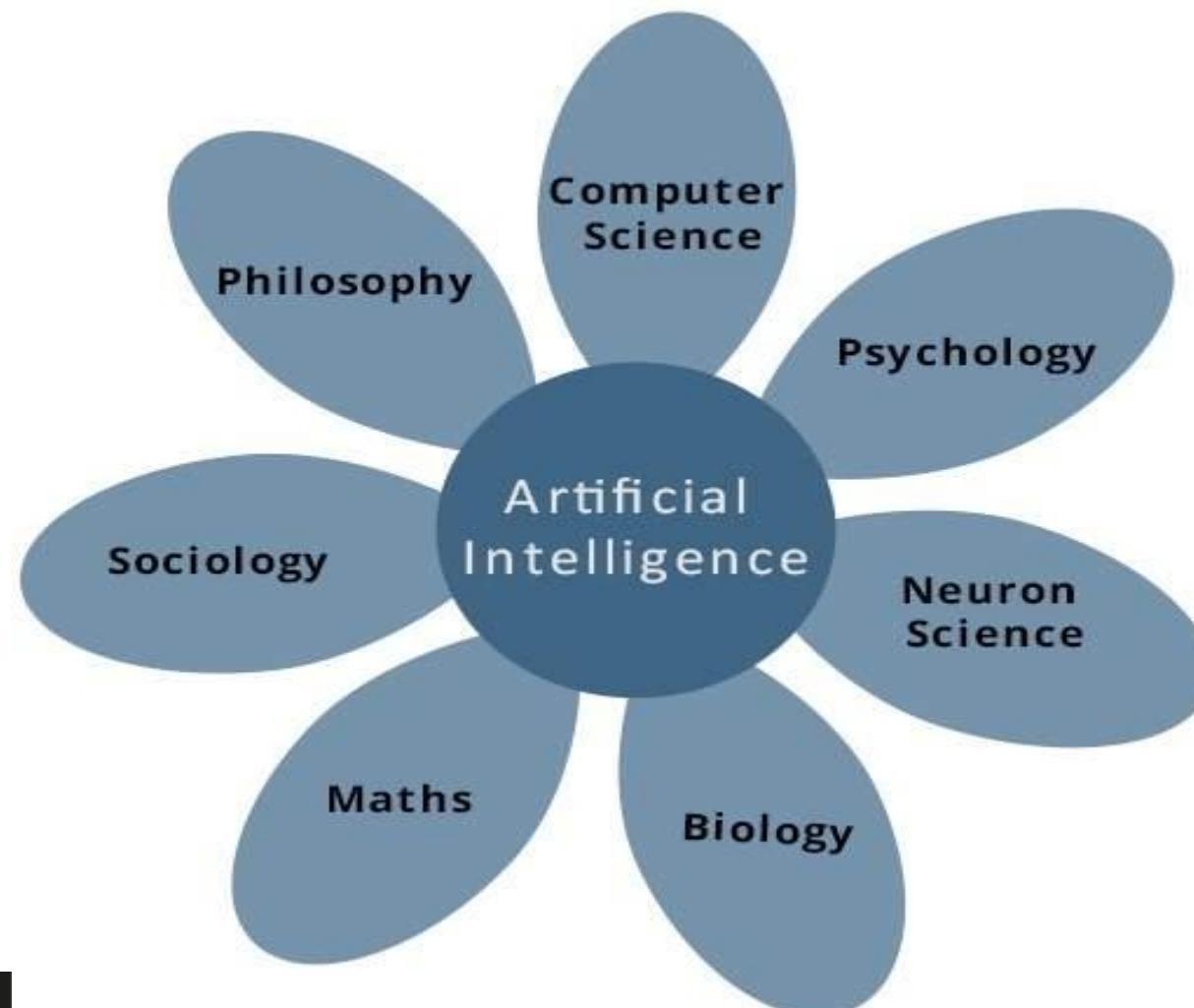
- ✓ **IA “Fuerte” (Strong AI):** se pueden construir computadores que piensen en un nivel al menos igual a los humanos (“*como si fueran inteligentes*”); que sean capaces de tener estados mentales cognitivos.

*Ejemplo: IA que se “caricaturiza” en películas como Blade Runner, 2001: Odisea del Espacio, A.I., Terminator, etc.*

- ✓ **IA “Débil” (Weak AI):** se pueden agregar algunas características a los computadores similares al “pensamiento” para que estos sean herramientas más útiles.

*Ejemplo: máquinas inteligentes de ensamble industrial, análisis inteligente de datos.*

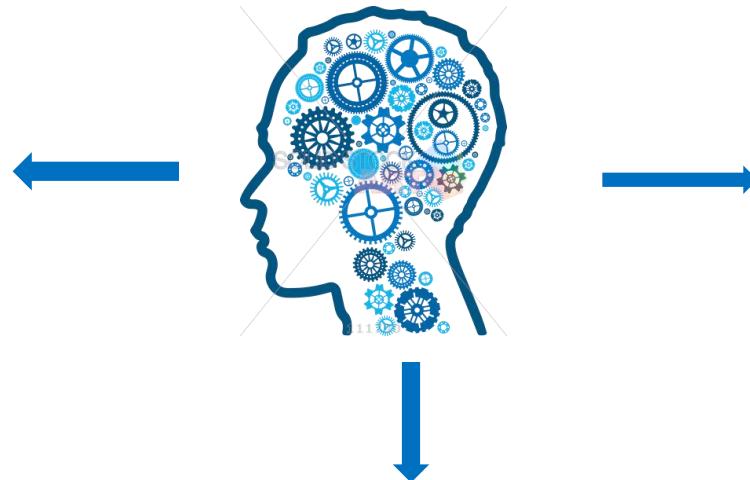
# IA como Multi-Disciplina



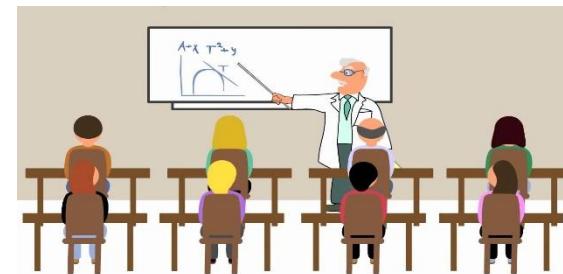
# ¿Qué Necesitamos?



**Conocimiento**



**Búsqueda**

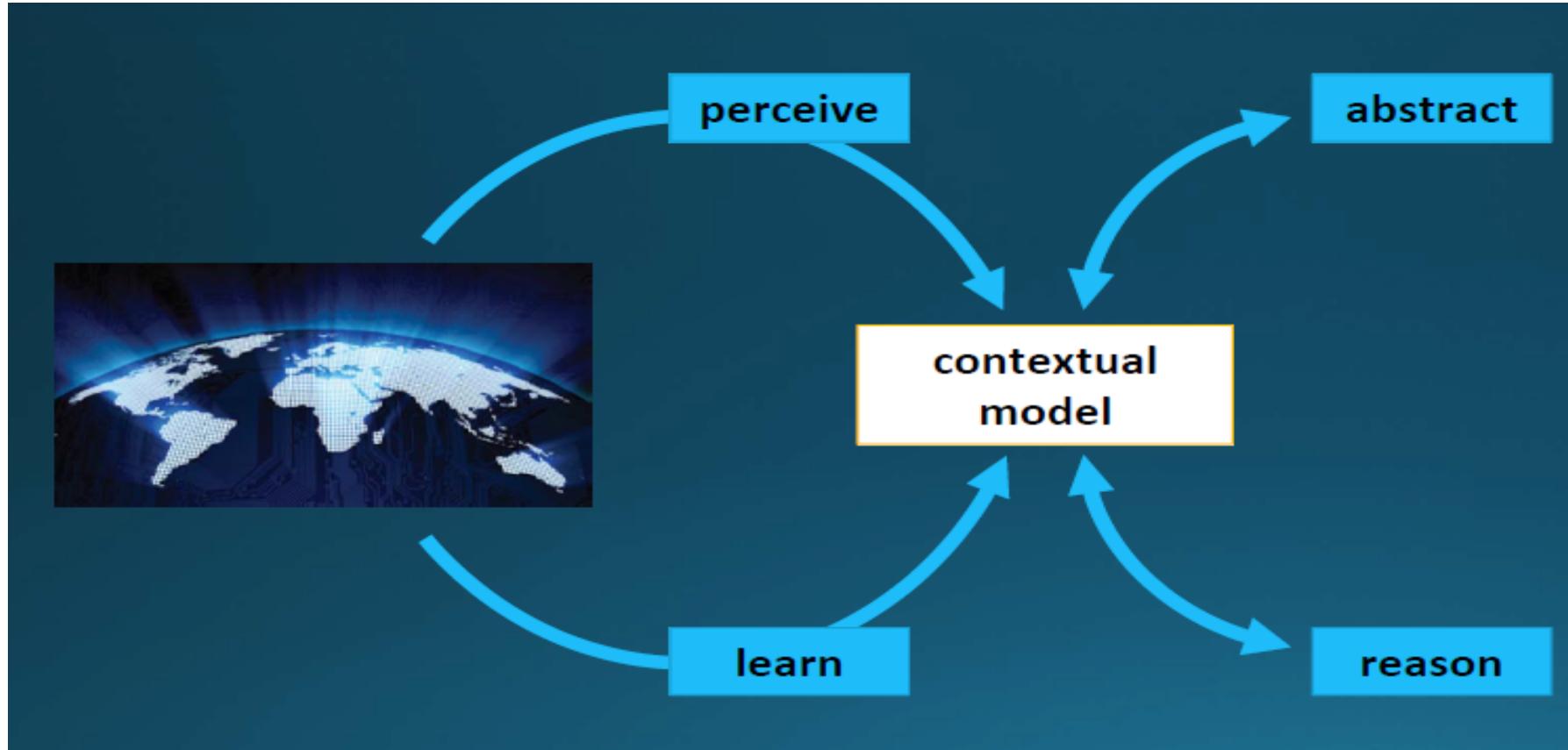


**Aprendizaje**

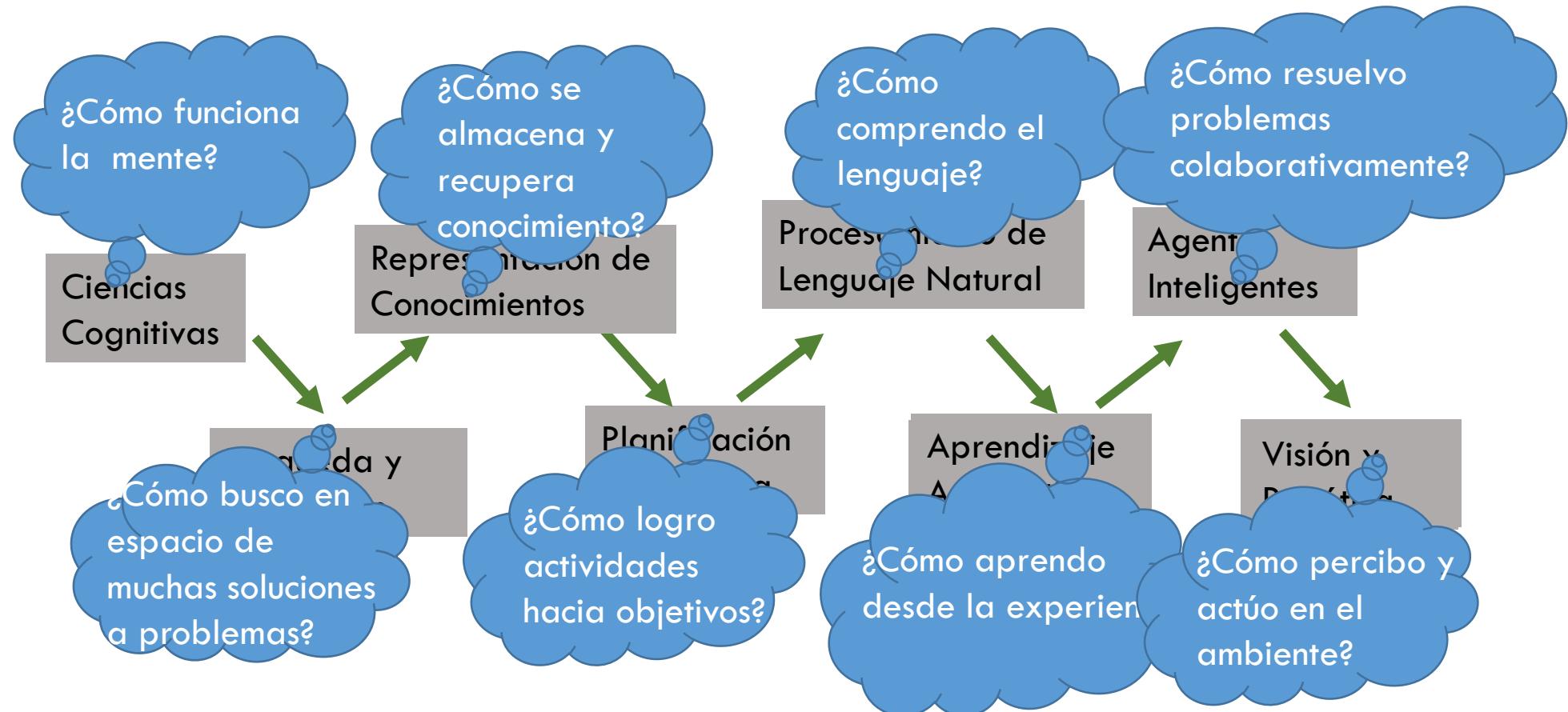
# Pero...

- ✓ El conocimiento no siempre está disponible para ser “almacenado”:
  - ▶ ¿Qué pasa si un sistema no conoce el ambiente al comenzar ó el ambiente cambia?:
    - ▶ ¿Podemos Aprenderlo?
    - ▶ *Estamos enviando robots a Marte pero no conocemos el factor de fricción del suelo marciano!!!*
  - ▶ Parte del trabajo de un sistema de IA es usar secuencias de **percepciones** para estimar los detalles faltantes en la dinámica del mundo.

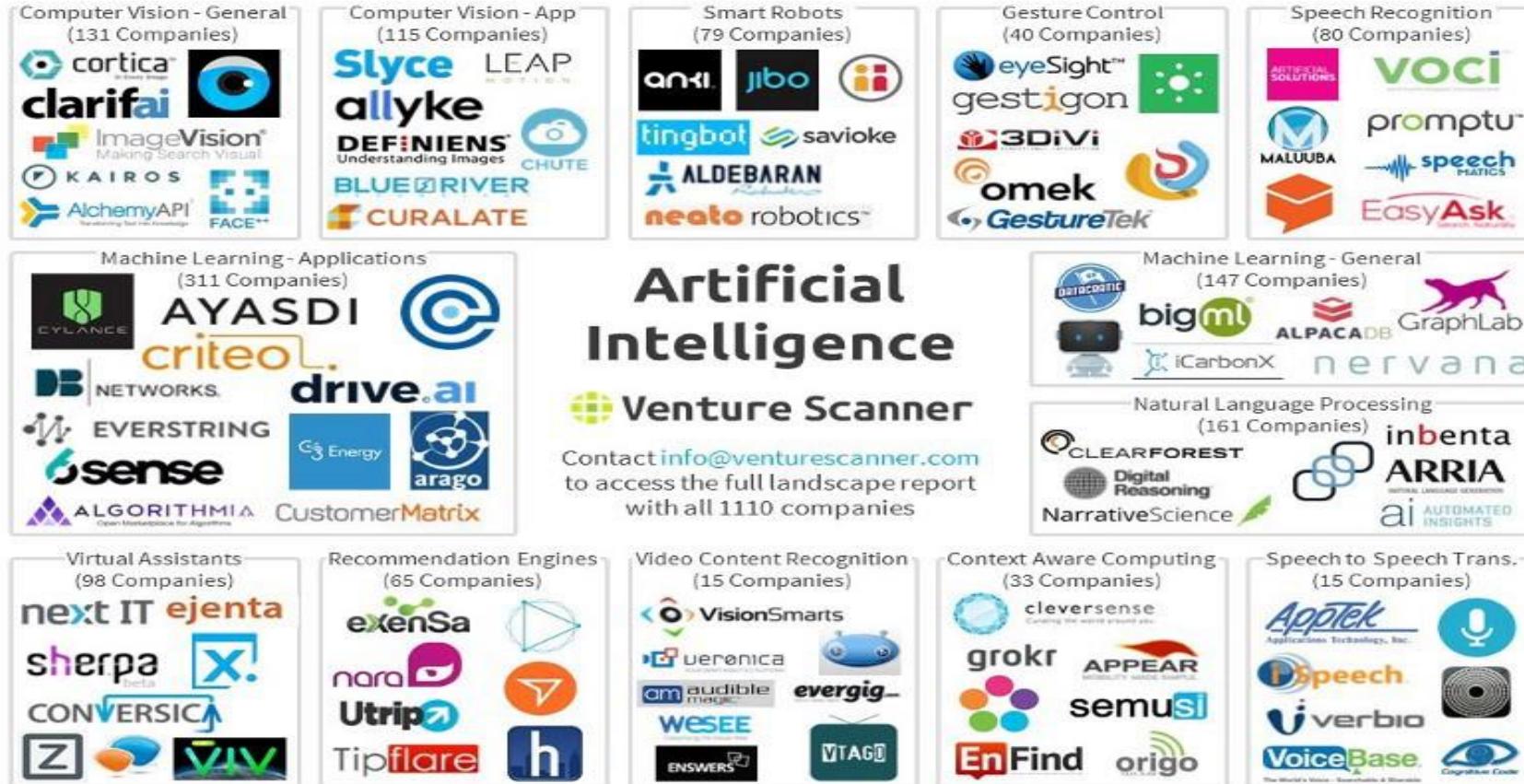
# IA como Sistema de Percepción-Acción



# Áreas de la IA



# Algunas compañías en éstas áreas...



A black and white photograph featuring a silver dumbbell on the left and a clock face on the right. The dumbbell is positioned vertically, showing its weight plate and handle. The clock face is white with black numbers from 1 to 12 and minute markers. The hands of the clock are black and point to approximately 10:10. A solid red horizontal bar is overlaid across the middle of the image, containing the text "Tiempo de Ejercicios".

Tiempo de Ejercicios

# Ejercicio Grupal

- En cada caso que se mostrará:
  1. *Identifique las capacidades de IA que están involucradas.*
  2. *Determine una analogía con un problema de su empresa.*

# ¿Qué capacidades están involucradas?



# ¿Qué capacidades están involucradas?

## Demostración Canal Hablado

# ¿Qué capacidades están involucradas?

KINECT  
for Windows



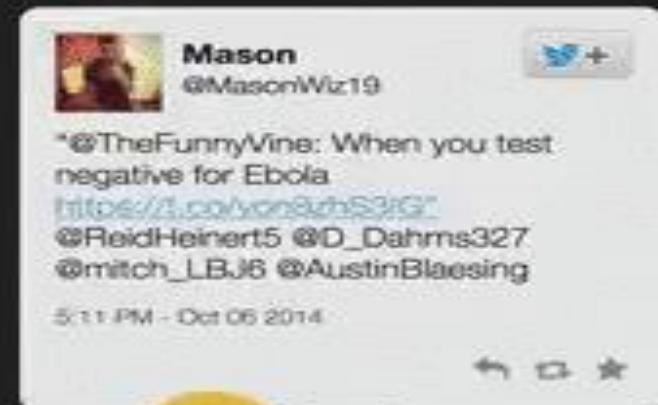
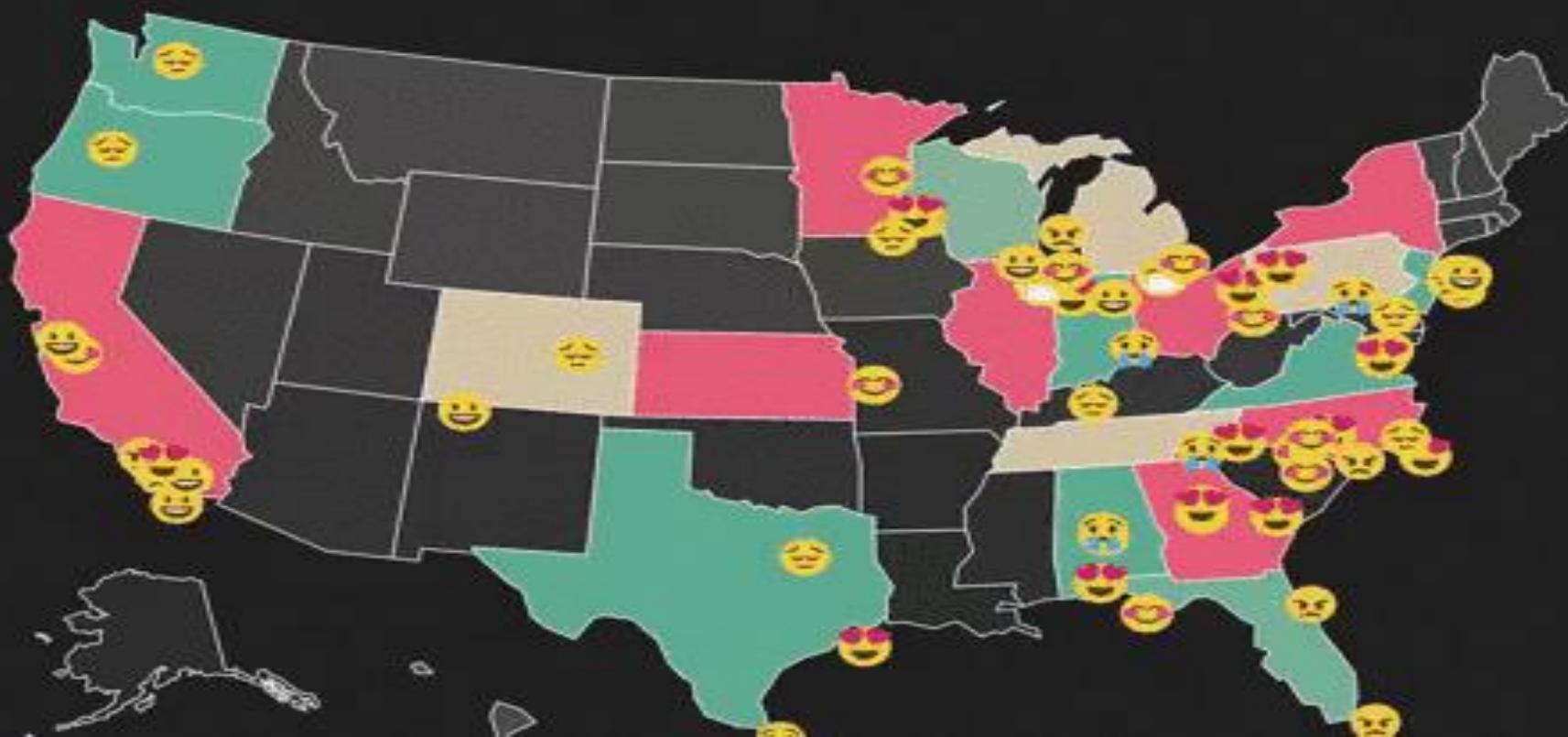
# ¿Qué capacidades están involucradas?



# ¿Qué capacidades están involucradas?

## how is america feeling right now?

This map shows the emotional "state" of each state at any given moment. Positive or negative sentiments are loosely determined based on an analysis of key words used in tweets. The realtime data comes from the [@PubNub](#) Data Stream Network and PubNub's out-of-the-box access to the live Twitter stream.

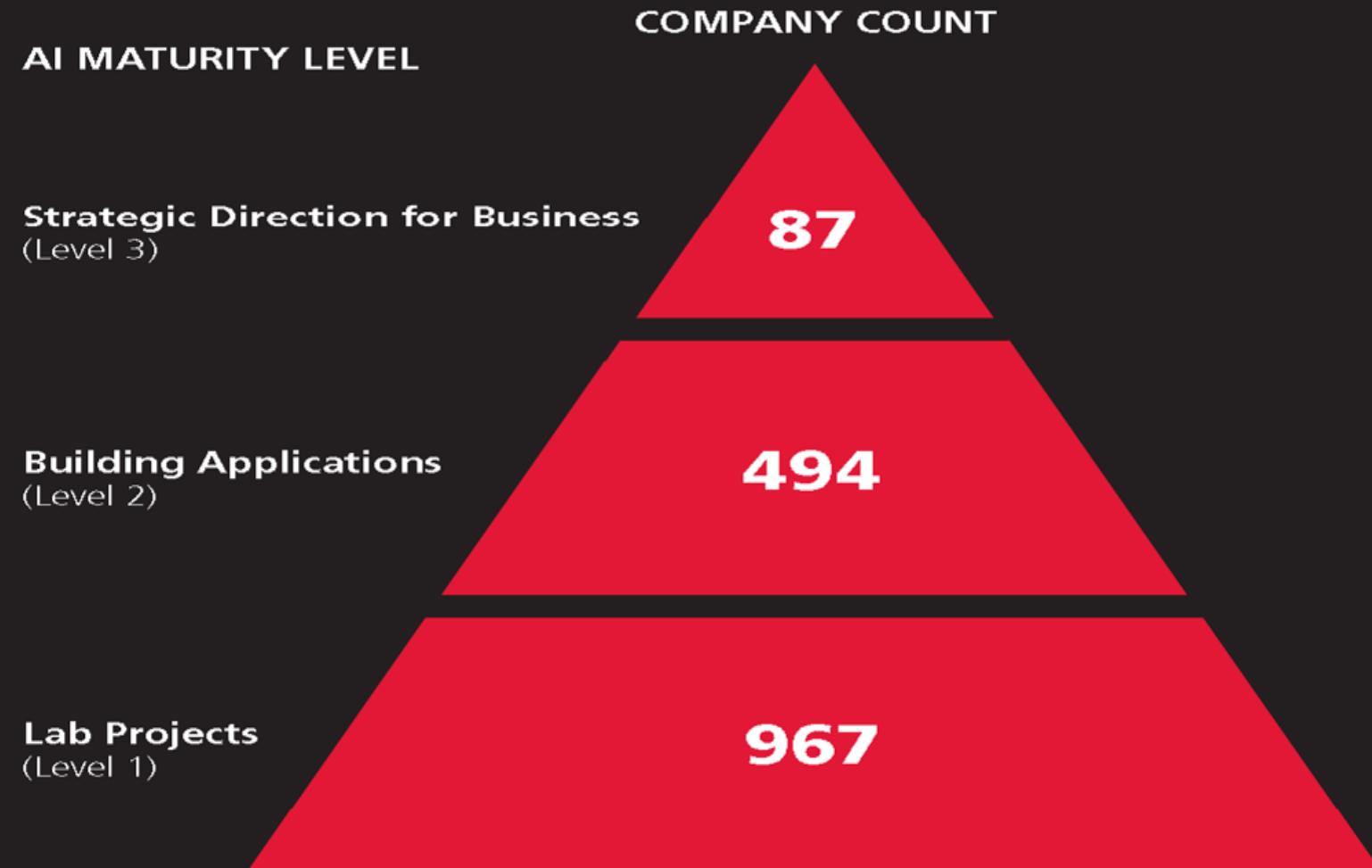


Fork me on GitHub

# Desafíos

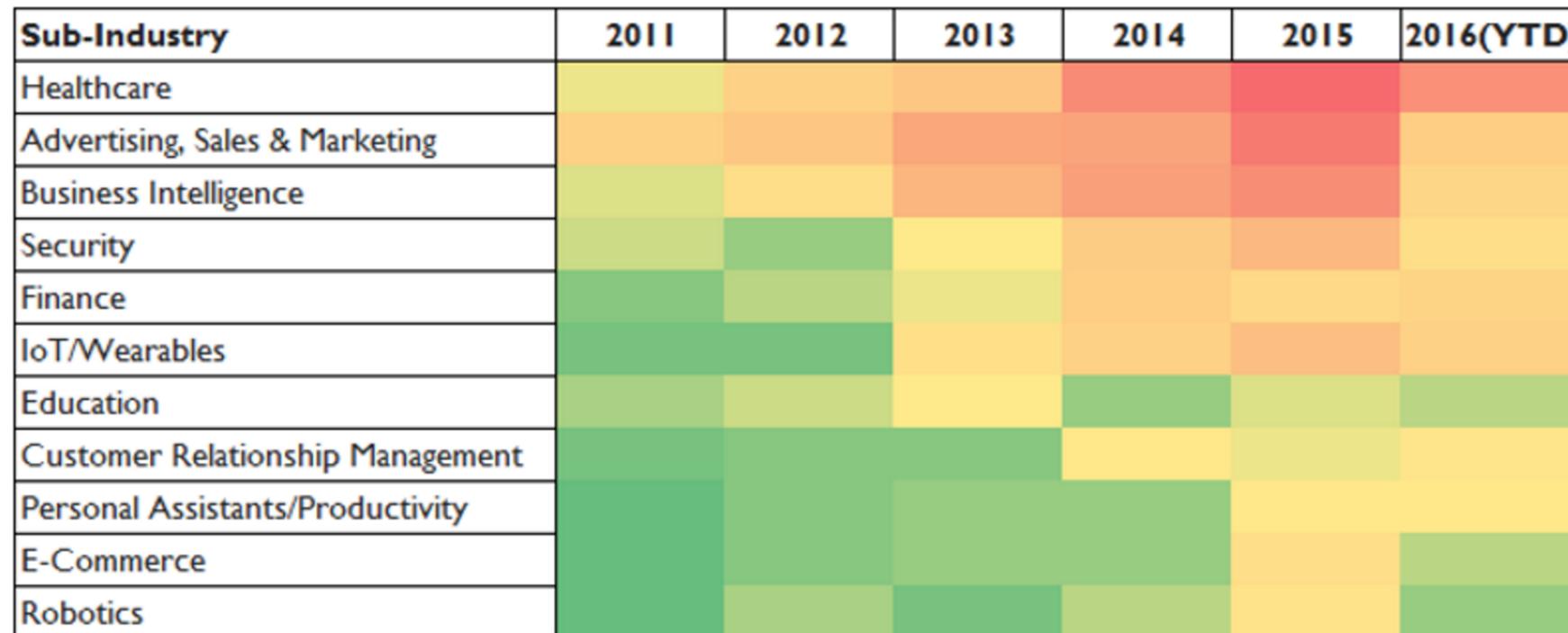


# Compañías y su Madurez en IA



# Uso de IA en las compañías...

2011-2016 (as of 6/15/2016)



Min      Max  
No. of Deals

[www.cbinsights.com](http://www.cbinsights.com)

# Resumen

- ▶ La IA es un nuevo paradigma que forma la 4ta revolución tecnológica.
- ▶ La IA involucra varias técnicas y tecnologías para resolver problemas complejos del mundo real, del tipo NP-completo.
- ▶ Los problemas de IA requieren uso intensivo de capacidades de búsqueda, manejo de conocimiento, y adaptación.
- ▶ La IA puede resolver problemas que modela diferentes capacidades cognitivas humanas: lenguaje, percepción/acción, planificación, búsqueda, etc.