

# Aprendizaje de Máquinas Avanzado

BancoEstado

27 septiembre, 2019

>>Felipe Tobar

>>Centro de Modelamiento Matemático

>>Universidad de Chile

# ¿Qué veremos hoy?

## **1) Introducción**

- a) Inteligencia Artificial
- b) Aprendizaje de Máquinas

## **2) Regresión lineal**

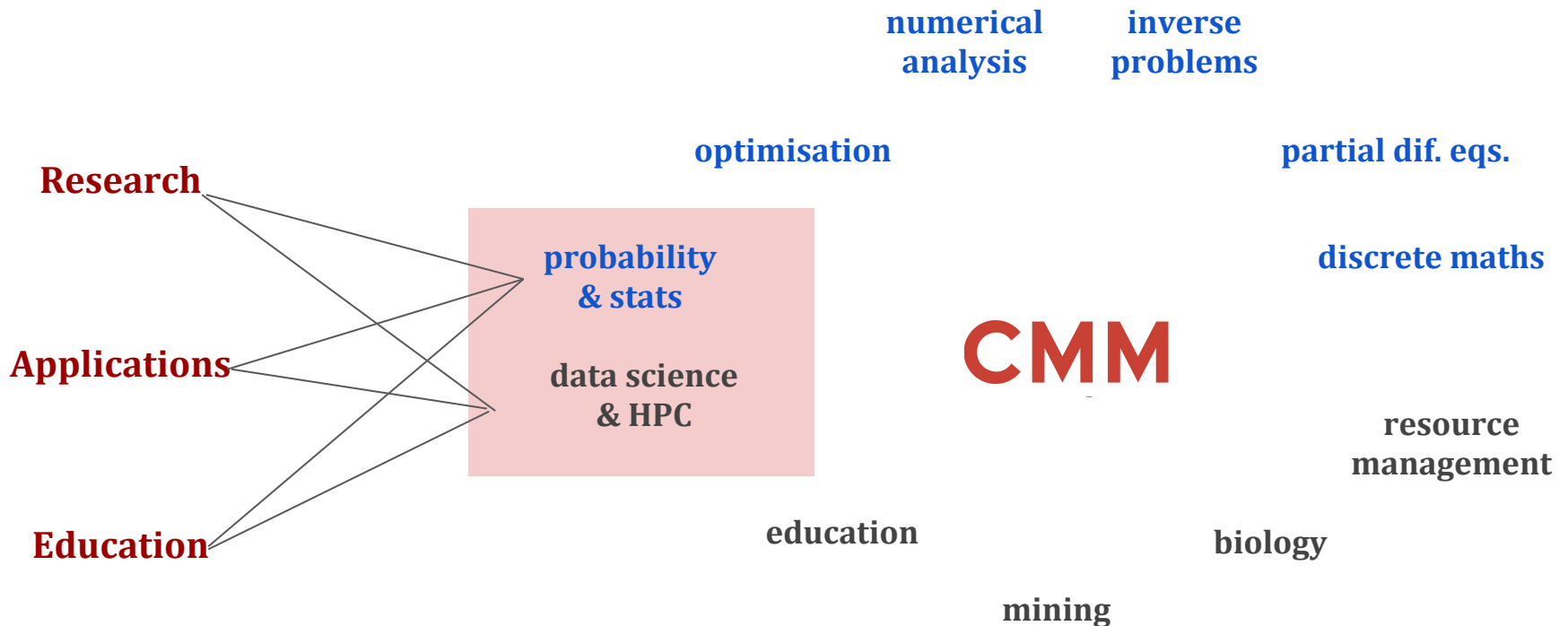
- a) Mínimos cuadrados
- b) Máxima verosimilitud
- c) Inferencia bayesiana

## **3) Regresión no lineal**

- a) Funciones enlace
- b) clasificación

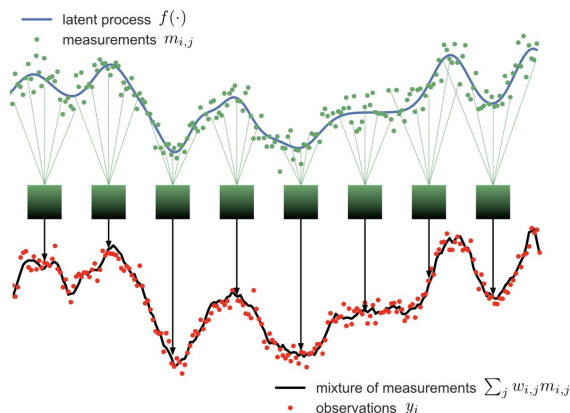
# ¿Quién soy yo y qué hacemos aquí?

- Ingeniero Eléctrico (U. de Chile)
- Académico@DIM: Aprendizaje de Máquinas I&II, Data Science (Dipl+MSc), Estadística
- Investigador@CMM: AM, Procesamiento de Señales, Análisis de Texto.



# Investigación principal: series de tiempo

Desde una perspectiva probabilística (AR, kernels, procesos gaussianos, análisis espectral)

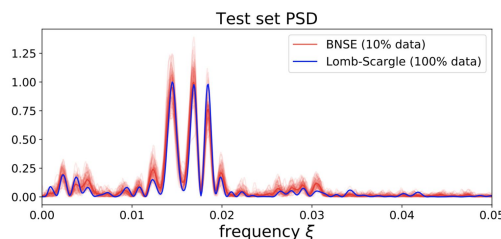
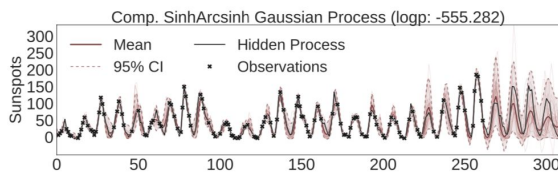


## Why?

Tractable inference, interpretable, meaningful marginalisation & conditioning, gradient-based optimisation, nonparametric, inter-domain sparse.

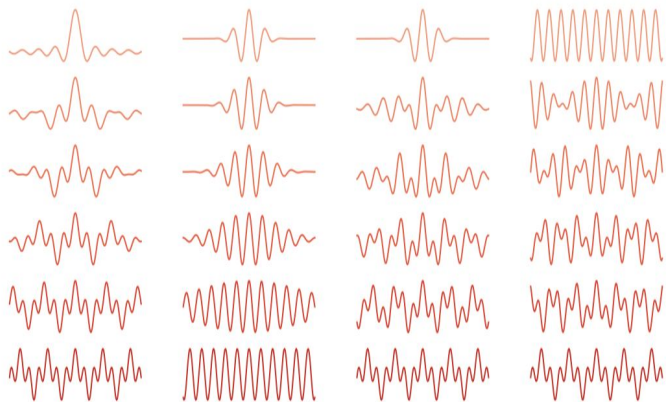
## What for?

Forecasting, interpolation, denoising, spectral estimation, spectral reconstruction, clasificación, Bayesian optimisation, modelling dynamical systems.



## Relate to:

Neural networks, kernel methods, Markov processes, stochastic diff. eqs., state-space models, Kalman filter.



# Inteligencia Artificial

## Una introducción

# ¿Qué es la Inteligencia Artificial?

- La inteligencia es crucial para los seres humanos: a diferencia del resto del reino animal, nosotros no necesitamos evolucionar para adaptarnos.
- ¿Pueden las máquinas poseer inteligencia?
- Si pueden, ¿Cómo es esta inteligencia diferente de la inteligencia humana?
- ¿Cuán arraigada en lo humano es la inteligencia?
- Inteligencia implica consciencia de sí mismos o tener "mente"

# **Al menos dos tipos de IA**

**(J. Searle, 1980)**

## **IA fuerte**

- Humano equivalente
- Procesos cognitivos
- Consciencia

## **IA débil**

- Nivel humano
- Perceptualmente avanzada
- Puede reemplazar humanos en tareas prácticas

VOL. LIX. No. 236.]

[October, 1950

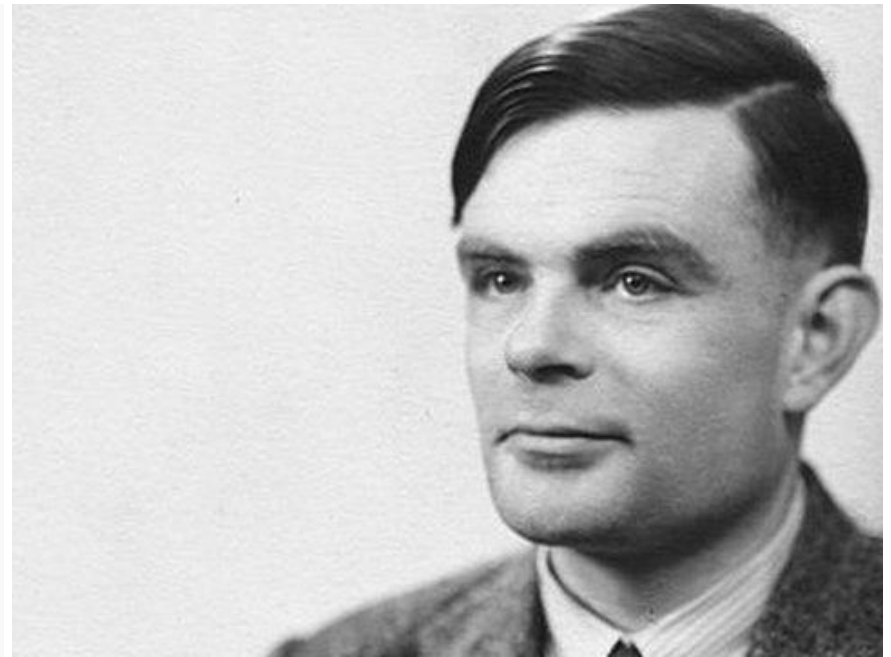
MIND  
A QUARTERLY REVIEW  
OF  
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

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



## ¿Pueden las máquinas pensar?

Diremos que una máquina es inteligente si es capaz de alcanzar capacidad de nivel humana en tareas cognitivas suficiente para burlar a un interrogador humano (A. Turing, 1950).

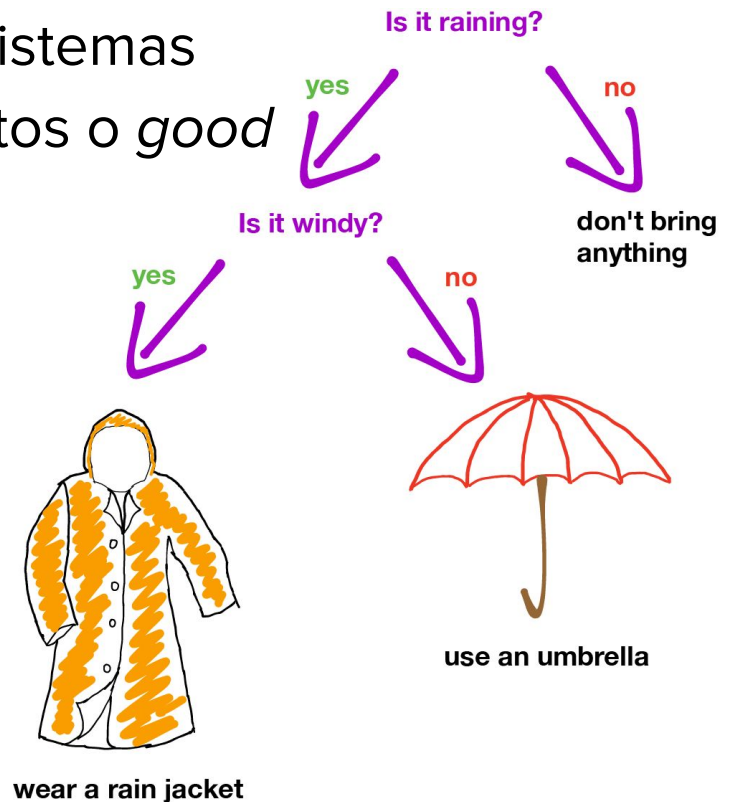


# ¿Cómo hacemos la inteligencia artificial posible?

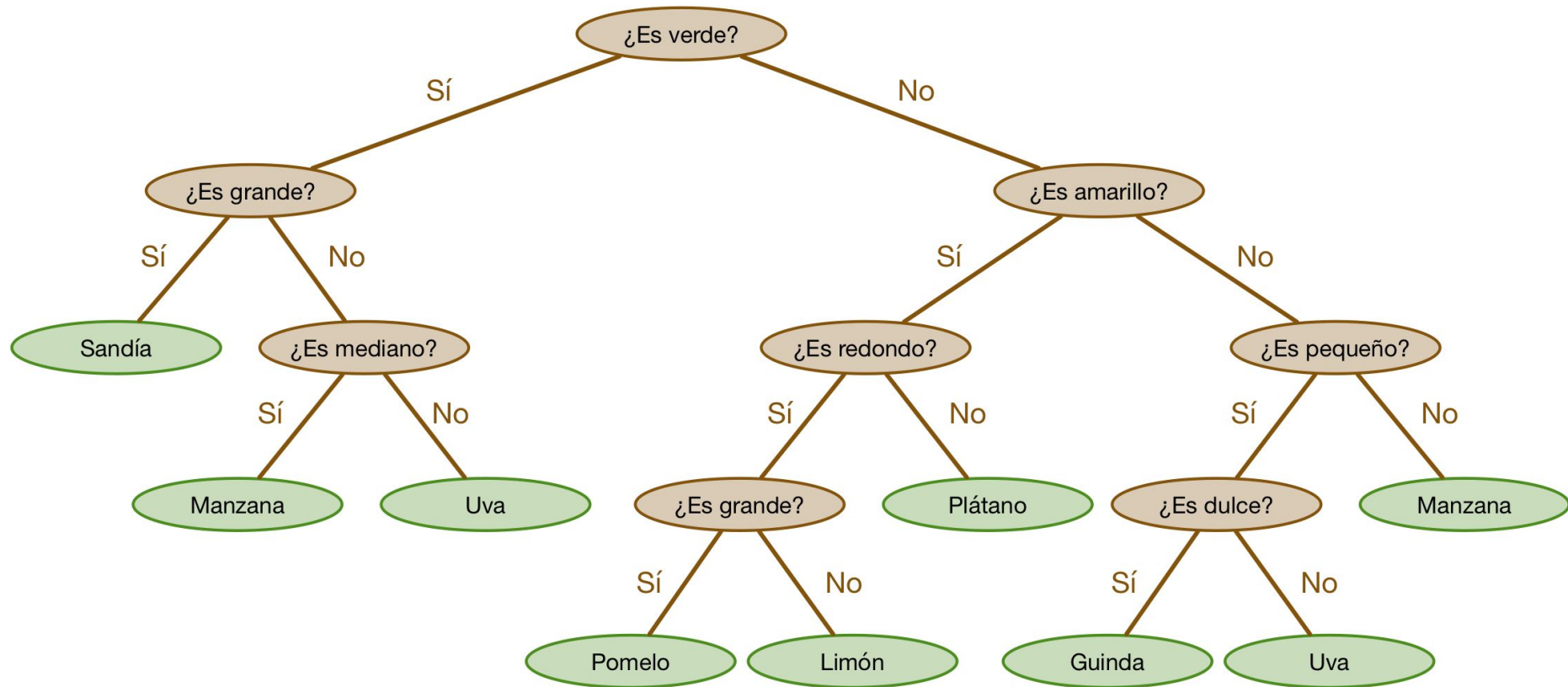
## Alternativa 1: La forma ingenua (1950s-1980s)

- Introduzcamos nuestra forma de actuar en una máquina, esto es conocido como sistemas basados en reglas, sistemas expertos o *good old-fashioned AI*.

- Lo bueno: el código de máquinas es interpretable por humanos.



# Un árbol para clasificar frutas



# Programación clásica para jugar ajedrez:

## Un cálculo rápido

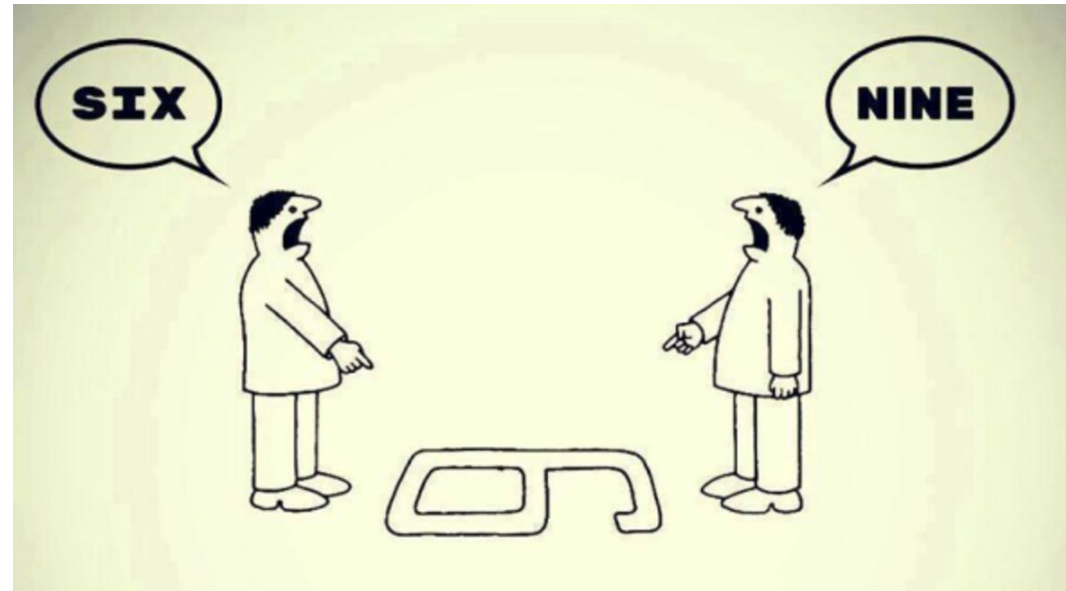
- Primero asumamos que sabemos jugar (relativamente bien)
- Existen aproximadamente  $10^{43}$  posibles tableros (según C. Shannon)
- Las instrucciones tienen la forma: para tablero P mover pieza Q de la posición C1 a la C2
- Escribir 10 instrucciones/segundo, produciría 315 millones de instrucciones/año
- Toda la humanidad ( $7.5 \cdot 10^9$ ) nos ayuda
- Necesitamos  $(\text{\#instrucciones}) / (\text{velocidad} \times \text{\#humanos}) = 4.2 \cdot 10^{24}$  años programar esto
- Equivalente a la cantidad de átomos en nuestro cuerpo o  $10^{15}$  veces la edad del universo



# Más allá de los números:

## ¿por qué no usar sistemas basados en reglas?

- Nuestro criterio para realizar tareas cotidianas muchas veces no es “traducible” en lenguaje de máquinas: elegir una fruta, negociar una curva manejando, lanzar una pelota. Algunos son inconscientes
- La forma en que estas instrucciones están definidas está dada por con nuestra representación del mundo: diferentes representaciones del mundo van a resultar en distintas instrucciones: ¿cómo ocupamos waze?
- Incluso entre distintos seres humanos las políticas de acción son distintas ¡imaginen las máquinas!



# ¿Cómo hacemos la inteligencia artificial posible?

## Alternativa 2: Aprendizaje de máquinas (1980s-)

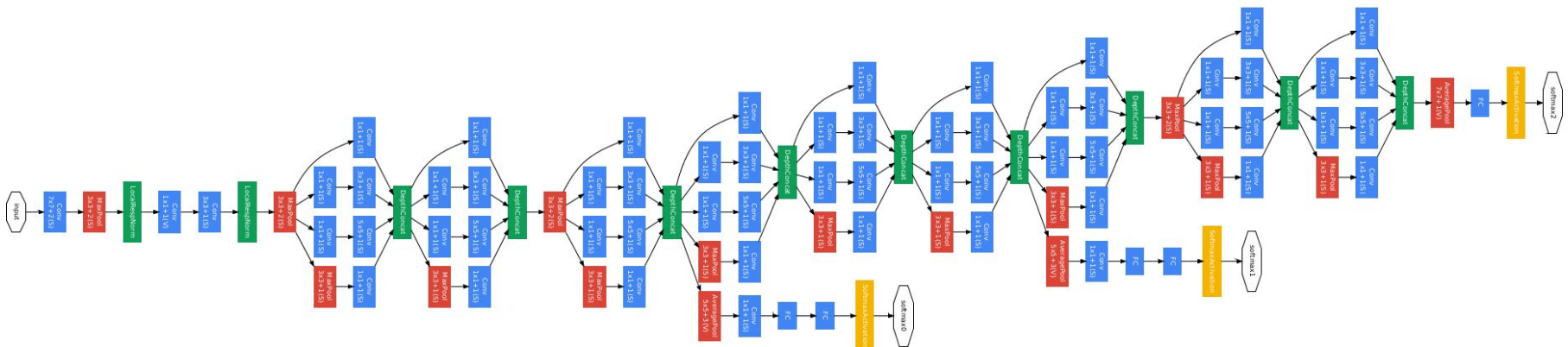
**Def: dar a las máquinas la habilidad de aprender por sí mismas**

- Incitemos a la máquina a formar su propia representación del mundo de la misma forma que nosotros la construimos: explorando libremente e interactuando con el mundo mediante prueba y error.
- 
- The image shows a group of small, white humanoid robots with blue accents playing soccer on a green artificial turf field. One robot in the foreground is crouched low to the ground, about to kick a black and white soccer ball. Other robots are scattered around the field, some standing and some lying on the ground. In the background, a white goalpost is visible, and a crowd of spectators is seated behind a barrier, watching the game. The scene is brightly lit, suggesting an indoor arena.
- En AM, la máquina no se programa para *ejecutar* sino para *aprender a ejecutar*. El resultado en AM es una lista de instrucciones, diseñadas específicamente para la forma en que la máquina ve el mundo

## ¿Cómo hacemos la inteligencia artificial posible?

### Alternativa 2: Aprendizaje de máquinas (1980s-)

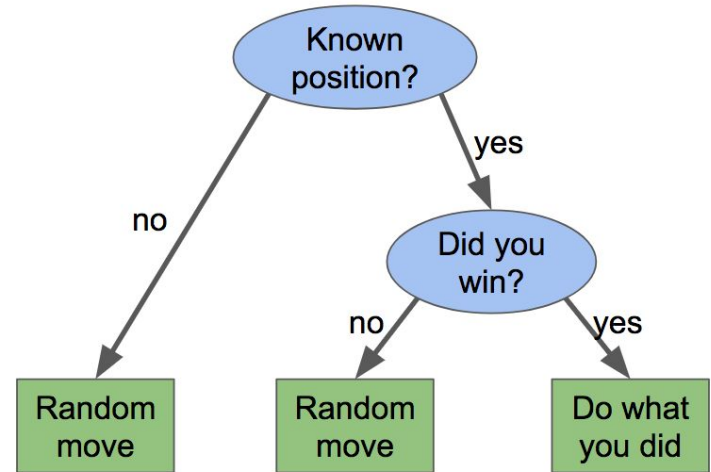
- Lo bueno: La capacidad de la máquina pareciese estar limitada por el hardware
- Lo bueno: Esto da instrumentos para estudiar el aprendizaje en general y el humano
- Lo malo: el código de máquinas ya no es necesariamente interpretable por humanos.



# PROGRAMAR UN JUGADOR DE AJEDREZ MEDIANTE APRENDIZAJE DE MÁQUINAS

Recordemos que AM programa la máquina para aprender, no para ejecutar. Por ejemplo este

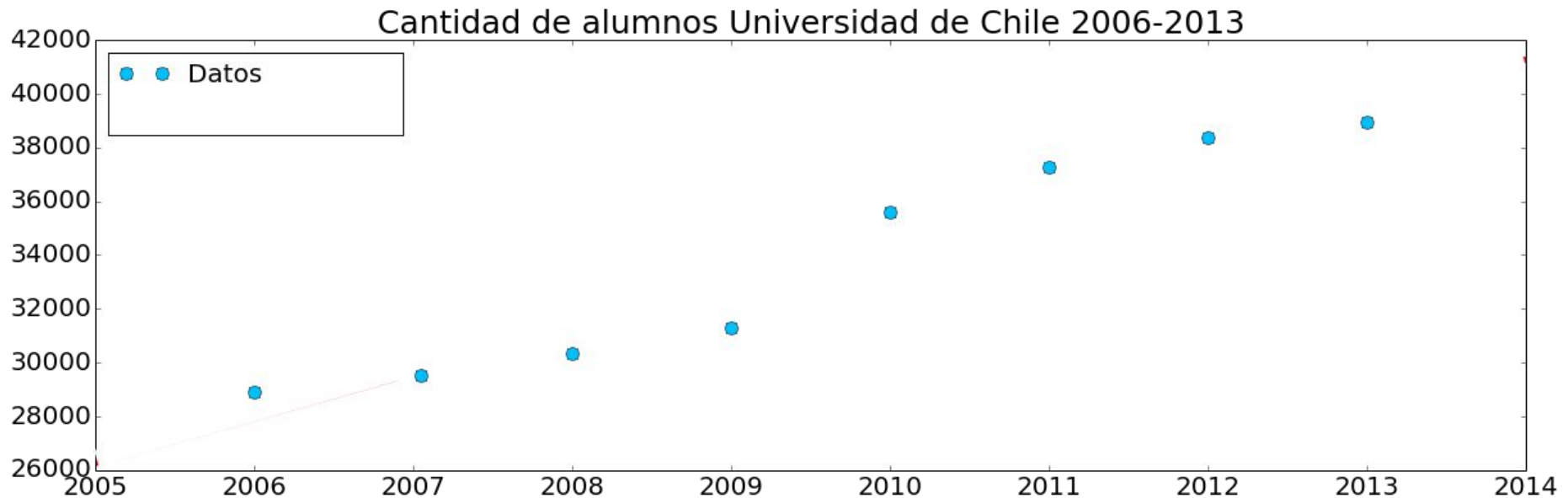
->



```
while playing
    trajectory = []
    for current_position not (win || lose)
        if current_position is in data_base
            if result(current_position) == win:
                move = move(current_position)
            else:
                move = random
            retrieve current_position
            trajectory.add(current_position)
        data_base.add(trajectory, current_position)
```

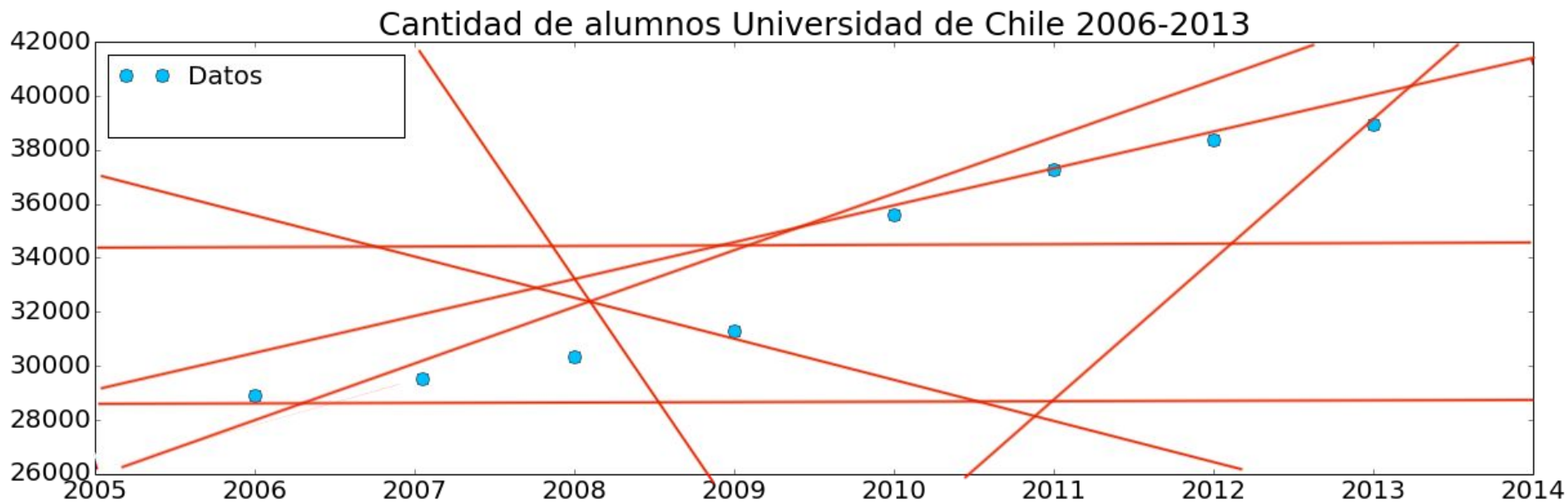


Aprendizaje de máquinas parece tener que ver  
con aprender patrones  
(dentro de un espacio de patrones pre-definido)

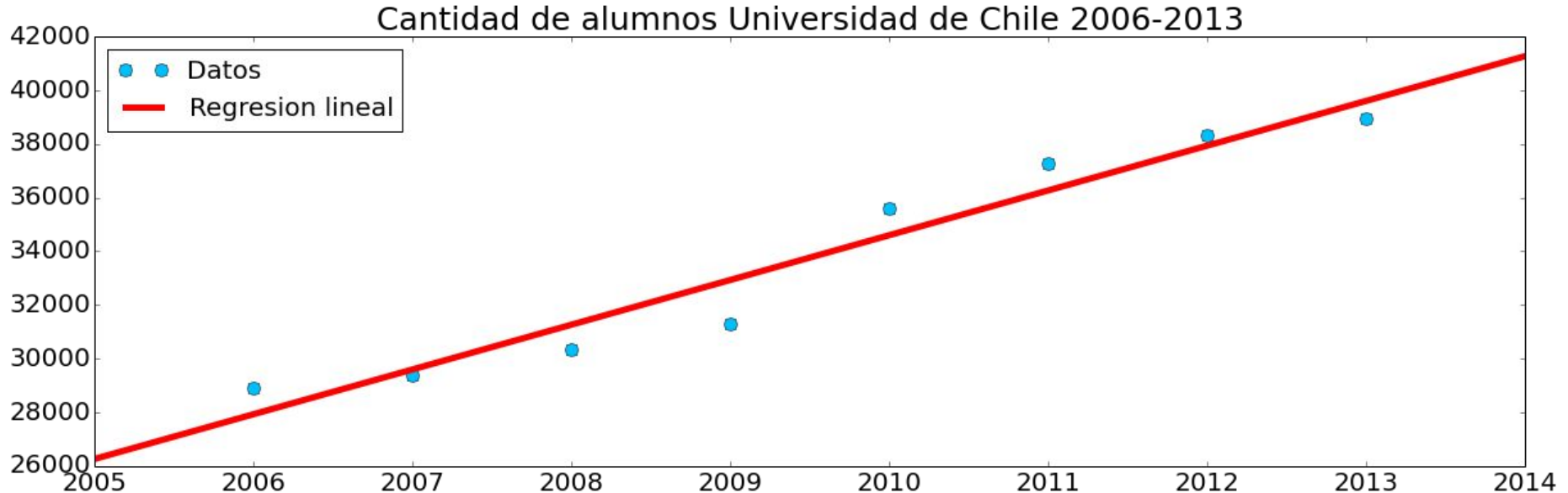




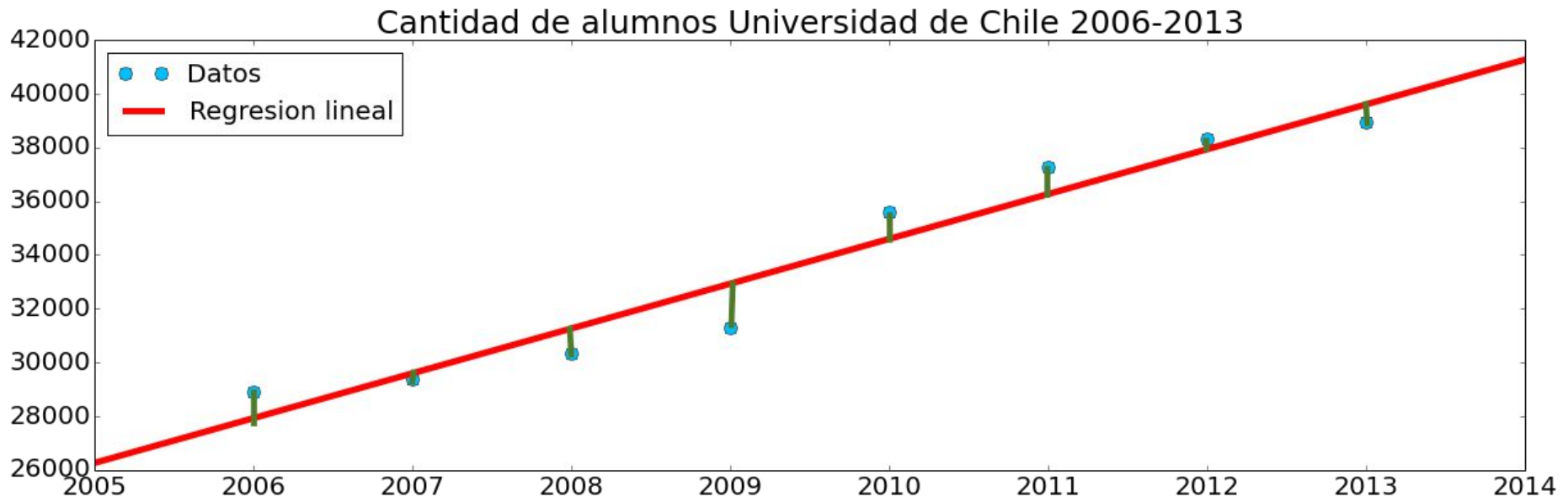
Aprendizaje de máquinas parece tener que ver  
aprender patrones  
(dentro de un espacio de patrones pre-definido)



Aprendizaje de máquinas parece tener que ver  
aprender patrones  
(dentro de un espacio de patrones pre-definido)



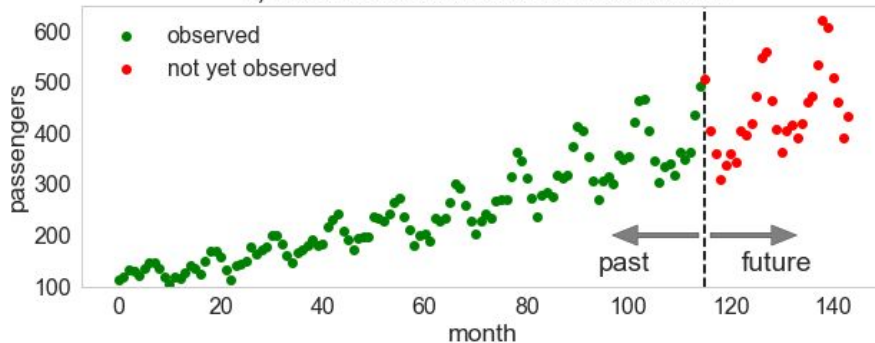
Aprendizaje de máquinas parece tener que ver  
aprender patrones  
(dentro de un espacio de patrones pre-definido)



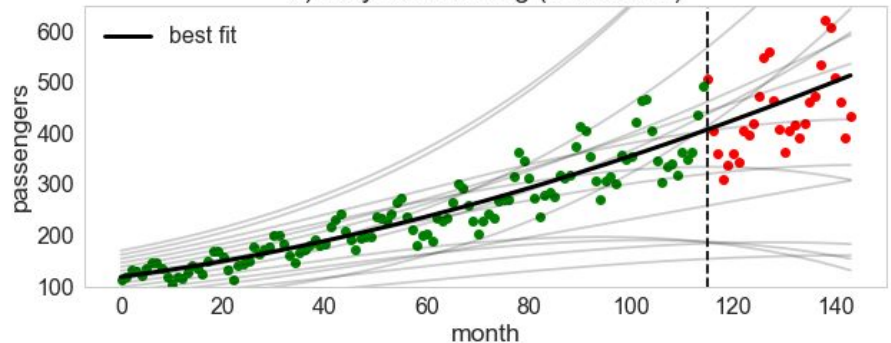
# Un ejemplo más interesante:

## Espacios de complejidad creciente

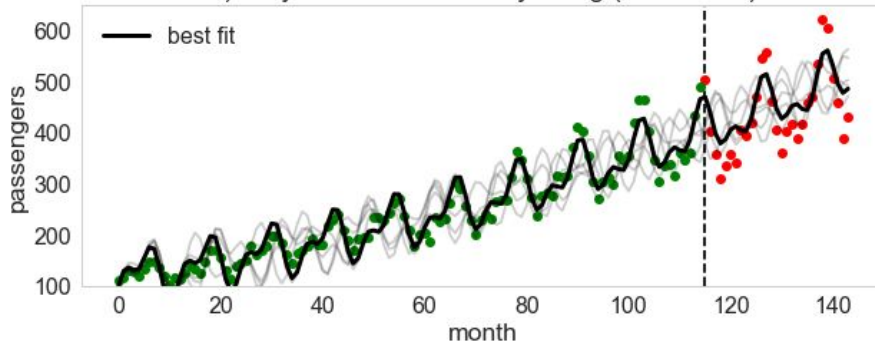
a) Data: observations and future values



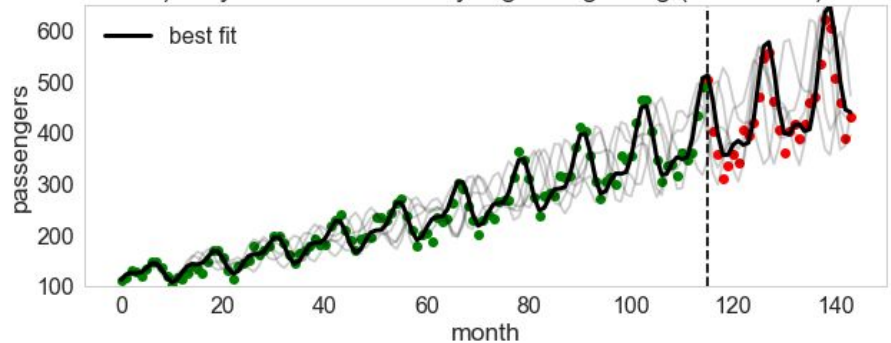
b) Polynomial fitting (error: 62.5)



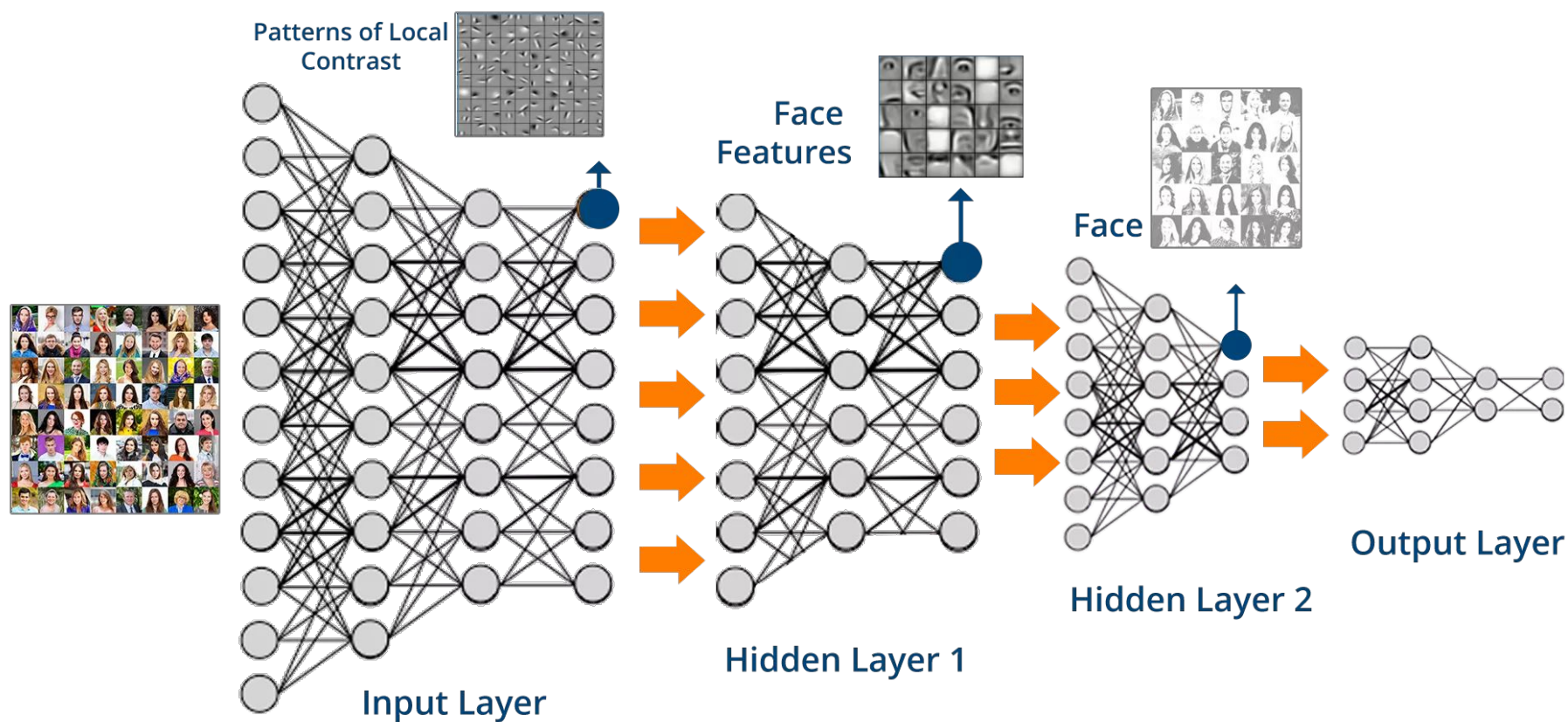
c) Polynomial + oscillatory fitting (error: 37.7)



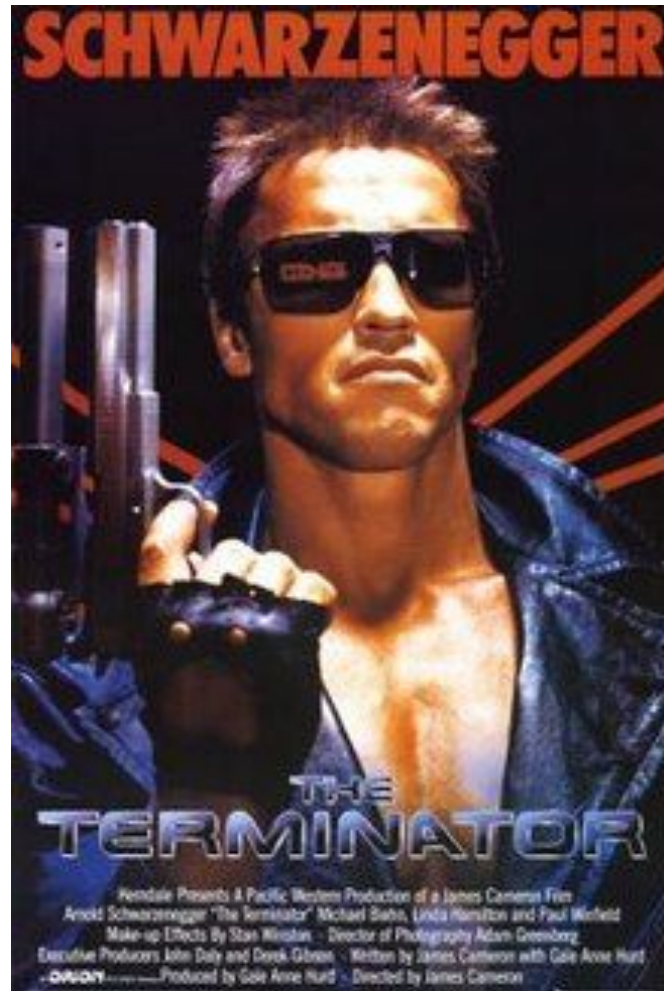
d) Polynomial + oscillatory + growing fitting (error: 30.3)



# Modelos más expresivos mediante construcciones jerárquicas



¿Qué puede salir mal?





# Inteligencia Artificial: Desafíos abiertos

- **Alfabetismo tecnológico:** Educar al público en la diferencia entre IA, AM, automatización y otras tecnologías.
- **No matar una hormiga con una bazuka (te puede salir el tiro por la culata):** Confiar en la herramientas estándar de estadística, optimización y reconocimiento de patrones pueden ser más que suficientes para muchos proyectos de data science.
- **Justicia en IA:** En cuanto a los desarrollos de IA y sus aplicaciones, cómo aseguramos que éstos (arraigados en la Academia) pueden ser para todos y no para solo unos pocos.
- **Investigadores:** Acercarse a la industria, el sector público y otras ciencias, balancear la teórico y práctico, y asegurar interdisciplinariedad.
- **Universidades:** Taxonomía del conocimiento es circunstancial, avanzar con los tiempos requiere reformular el currículo.



# Reflexión

El AM, como motor de la IA, es un cambio de paradigma científico (no esotérico) y como tal debe ser avanzado y explotado para nuestro beneficio. Las consecuencias de la IA pueden tener un impacto sin límite, por lo que debemos ser responsables al respecto y aprovechar estos avances.

