

Machine Learning

Introducción

Christian Oliva Moya
Luis Fernando Lago Fernández



Grado en **Ingeniería Informática** UAM

Máster en **Inteligencia Computacional y Sistemas Interactivos** UAM

Doctorando en **Ingeniería Informática y Telecomunicaciones** UAM

Profesor Ayudante Dpto. Ingeniería Informática

Grupo de Neurocomputación Biológica

christian.oliva@uam.es

Licenciatura en Ciencias **Físicas y Matemáticas** UAM

Doctor en **Ingeniería Informática** UAM

Profesor Titular Dpto. Ingeniería Informática

Grupo de Neurocomputación Biológica

luis.lago@uam.es





Investigación

Neurocomputación Biológica (Neuroscience)

Aprendizaje Automático (Machine Learning)

Redes Neuronales (Neural Networks)

Aprendizaje Profundo (Deep Learning)

Interpretabilidad-Explicabilidad (XAI)



Formación

Objetivos del curso

Parte 1: Machine Learning

- Entender los conceptos básicos del Machine Learning (ML)
- Comprender los fundamentos de los algoritmos de ML
- Implementar modelos de ML utilizando la librería **Scikit-Learn**

Parte 2: Redes Neuronales

- Conocer los fundamentos de las redes neuronales artificiales y el Deep Learning
- Diseñar redes neuronales optimizando los hiperparámetros
- Implementar redes neuronales utilizando las librerías **Tensorflow**, **Keras** y **Pytorch**

Contenido del curso

Parte 1: Machine Learning

- Introducción al Machine Learning
- Introducción a los modelos de ML: KNN y árboles de decisión
- Clustering: jerárquico, basado en centroides, mezcla de Gaussianas, densidades
- Evaluación de modelos: métricas y validación
- Preprocesamiento, etiquetado y extracción de características
- Selección de atributos, filtros, wrappers. Reducción de dimensionalidad
- SVM, conjuntos de clasificadores, series temporales y otras formas de aprendizaje

Contenido del curso

Parte 2: Redes neuronales

- Introducción al Deep Learning
- Definición de una neurona: Regresión lineal y logística
- Arquitectura de una red neuronal básica: Multi-Layer Perceptron
- Aprendizaje: descenso por gradiente y Backpropagation
- Aspectos prácticos del Deep Learning: funciones de activación, funciones de coste, inicialización de pesos, regularización, dropout, técnicas de optimización, etc.
- Tuning de hiperparámetros

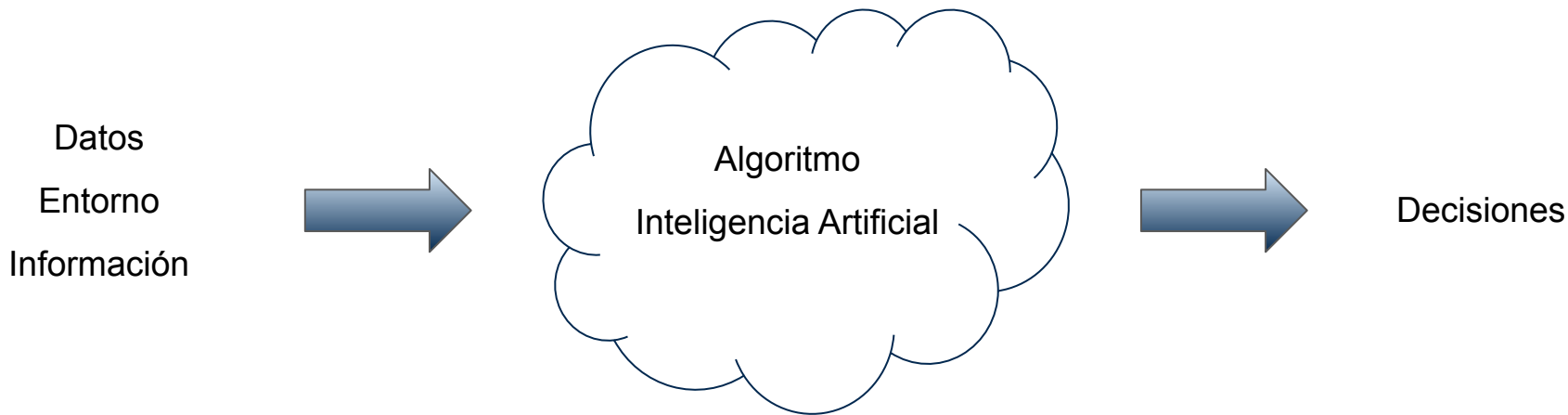
Conocimientos previos

Antes de iniciar el curso, se da por hecho que todos tenéis conocimiento en:

- Cálculo
- Álgebra lineal
- Probabilidad y estadística
- Programación en python
- Manejo de las librerías Pandas, Numpy y Matplotlib

¿Qué es la inteligencia artificial?

- La inteligencia artificial (IA) es un campo de la **informática** que se centra en la creación de sistemas que pueden realizar tareas que normalmente requieren **inteligencia humana**.
- La IA se basa en la capacidad de **tomar decisiones automatizadas y lógicas** para abordar problemas y tareas específicas.



Ejemplo: Inteligencia Artificial (IA)

- Queremos desarrollar un sistema con Inteligencia Artificial para diferenciar salmonetes de sardinas.

¿Cómo lo haríais?



Ejemplo: Inteligencia Artificial (IA)

- Desarrollamos un conjunto de reglas para construir un algoritmo.
 1. Definir el objetivo: *Diferenciar sardinas de salmonetes*
 2. Identificar patrones:



Ejemplo: Inteligencia Artificial (IA)

- Desarrollamos un conjunto de reglas para construir un algoritmo.
 1. Definir el objetivo: *Diferenciar sardinas de salmonetes*
 2. Identificar patrones: *Los salmonetes son rojos y las sardinas no*
 3. Diseñar un conjunto de reglas:



Ejemplo: Inteligencia Artificial (IA)

- Desarrollamos un conjunto de reglas para construir un algoritmo.
 1. Definir el objetivo: *Diferenciar sardinas de salmonetes*
 2. Identificar patrones: *Los salmonetes son rojos y las sardinas no*
 3. Diseñar un conjunto de reglas:

SI colorPescado ES rojo ENTONCES

DIGO salmonete

SI NO

DIGO sardina



Ejemplo: Inteligencia Artificial (IA)

- Desarrollamos un conjunto de reglas para construir un algoritmo.

1. Definir el objetivo: *Diferenciar sardinas de salmonetes*

2. Identificar patrones: *Los salmonetes son rojos y las sardinas no*

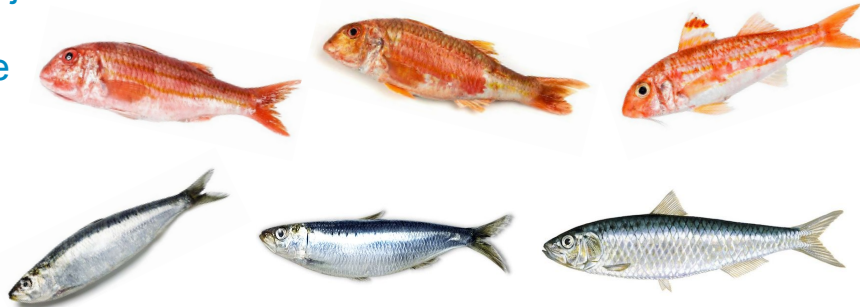
3. Diseñar un conjunto de reglas:

SI colorPescado ES rojo ENTONCES

DIGO salmonete

SI NO

DIGO sardina



Inteligencia Artificial (IA) vs Aprendizaje Automático (ML)

Inteligencia Artificial (IA)

- Conocimiento experto
- Desarrollo de reglas

Aprendizaje Automático (ML)

- No es necesario conocimiento experto
- Aprendizaje de las reglas

Aprendizaje Automático (ML)

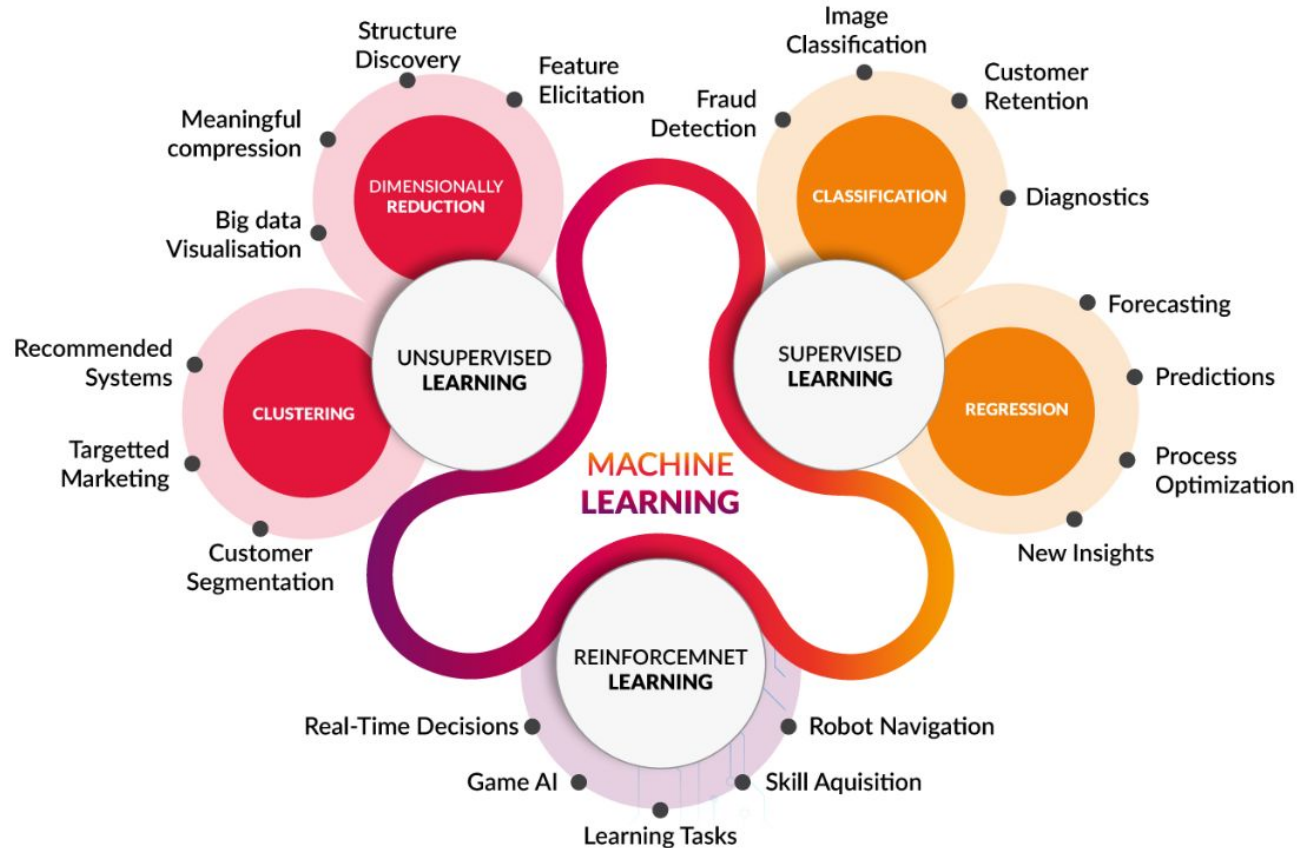
- En lugar de programar reglas específicas, el algoritmo aprende por sí mismo los patrones.

Aprendizaje

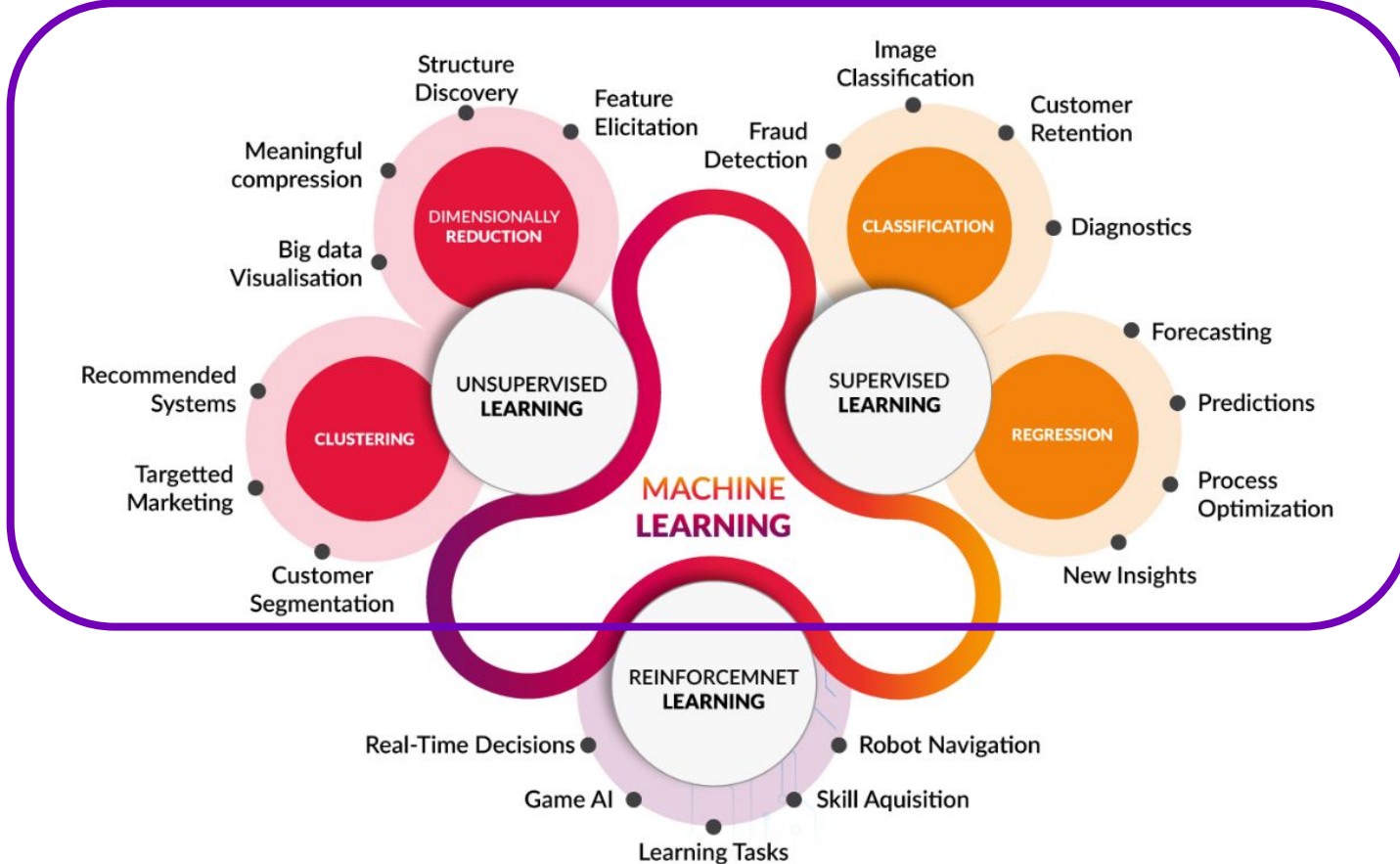
Proceso mediante el cual se adquiere nuevo conocimiento o se modifica el comportamiento a través del ejercicio o la experiencia

El programa aprende a partir de los datos

Aprendizaje Automático (ML)

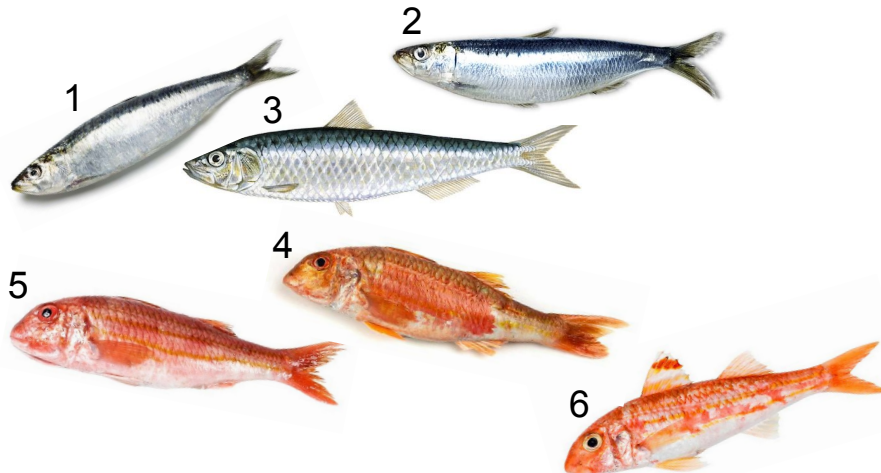


Aprendizaje Automático (ML)



Aprendizaje Automático (ML)

- De cada imagen de un pescado, extraemos los dos siguientes atributos:
 - Número de píxeles con un tono azulado
 - Número de píxeles con un tono rojizo



ID	#Azul	#Rojo
1	175	0
2	192	5
3	157	2
4	25	345
5	22	329
6	27	332

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

- **¿Qué sabemos inicialmente de los datos?**

Solamente conocemos el número de píxeles con tono azul y rojo.

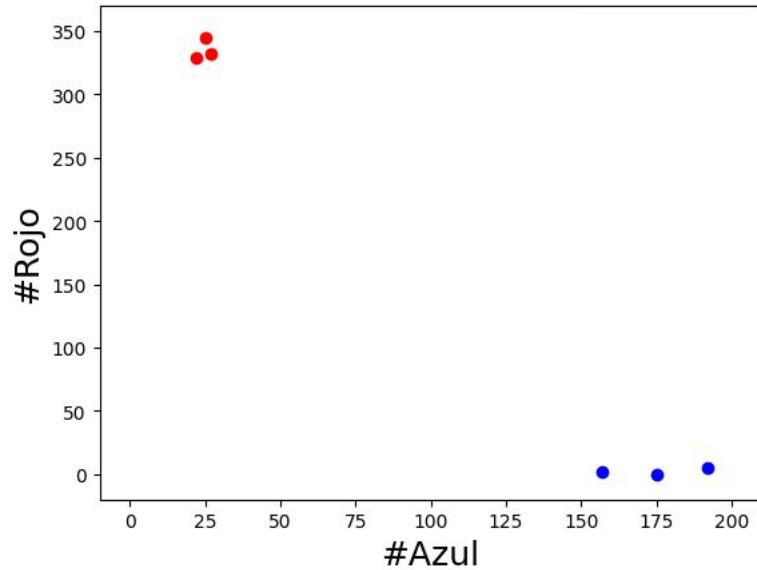
- **¿Qué podemos hacer?**

- ¿Podemos intentar visualizar estos datos?
- ¿Podemos decir si son sardinas o salmonetes?
- ¿Podemos intentar agruparlos?

ID	#Azul	#Rojo
1	175	0
2	192	5
3	157	2
4	25	345
5	22	329
6	27	332

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

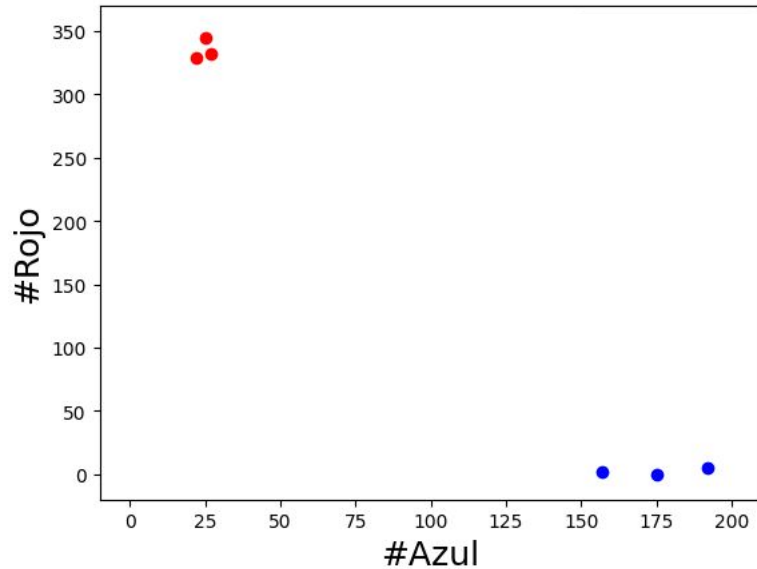
- ¿Podemos intentar visualizar estos datos?



ID	#Azul	#Rojo
1	175	0
2	192	5
3	157	2
4	25	345
5	22	329
6	27	332

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

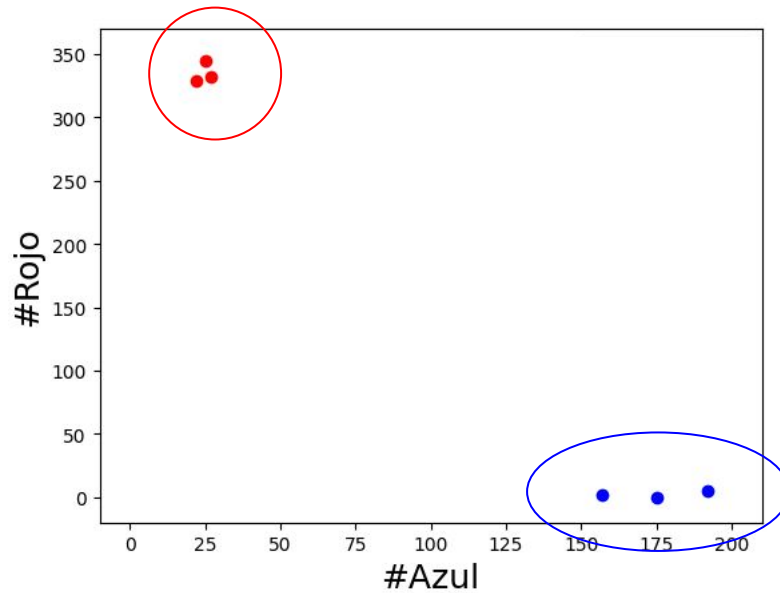
- ¿Podemos decir si son sardinas o salmonetes? No, no sabemos lo que son.



ID	#Azul	#Rojo
1	175	0
2	192	5
3	157	2
4	25	345
5	22	329
6	27	332

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

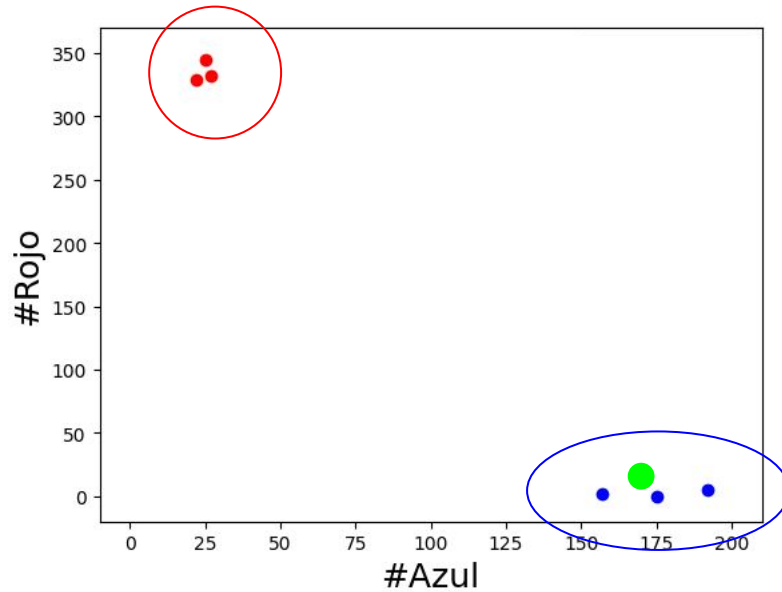
- ¿Podemos intentar agruparlos? Sí.



ID	#Azul	#Rojo
1	175	0
2	192	5
3	157	2
4	25	345
5	22	329
6	27	332

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

- Si viene un nuevo dato, ¿a qué grupo pertenece?



ID	#Azul	#Rojo
7	162	22

ID	#Azul	#Rojo
1	175	0
2	192	5
3	157	2
4	25	345
5	22	329
6	27	332

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

- **Aprendizaje No Supervisado: Agrupación (Clustering)**

Si no tenemos más información que su aspecto podemos agrupar los datos según los patrones similares.

Azules



Rojos



Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

- ¿Qué sabemos inicialmente de los datos?

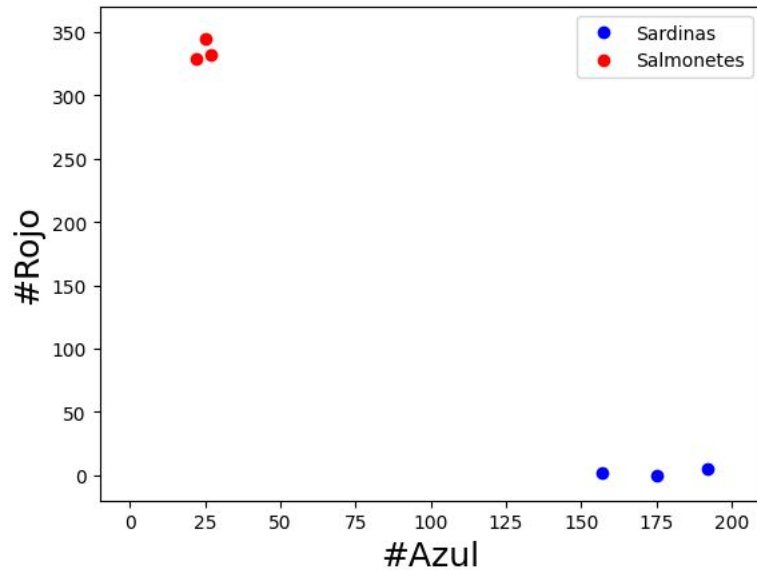
Ahora también conocemos qué es cada pescado.

- ¿Qué podemos hacer?
 - ¿Podemos intentar visualizar estos datos?
 - ¿Podemos decir si son sardinas o salmonetes?
 - ¿Podemos intentar agruparlos?

ID	#Azul	#Rojo	Clase
1	175	0	Sardina
2	192	5	Sardina
3	157	2	Sardina
4	25	345	Salmonete
5	22	329	Salmonete
6	27	332	Salmonete

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

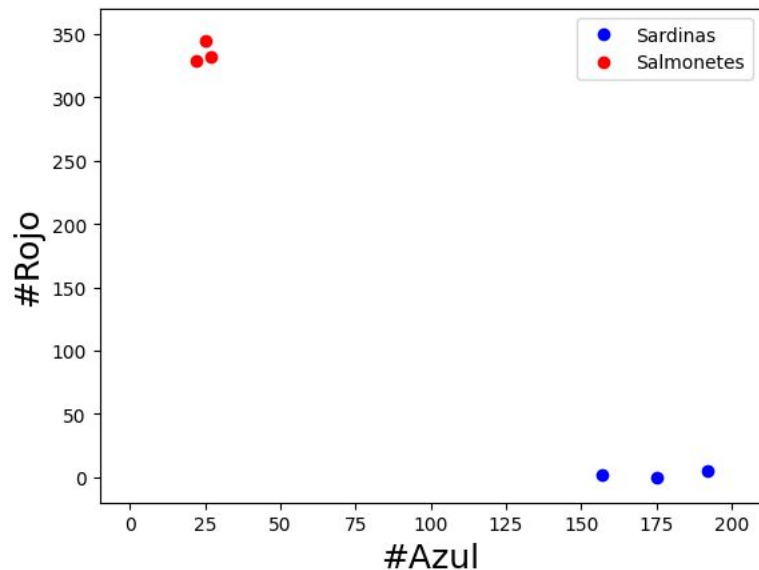
- ¿Podemos intentar visualizar estos datos?



ID	#Azul	#Rojo	Clase
1	175	0	Sardina
2	192	5	Sardina
3	157	2	Sardina
4	25	345	Salmonete
5	22	329	Salmonete
6	27	332	Salmonete

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

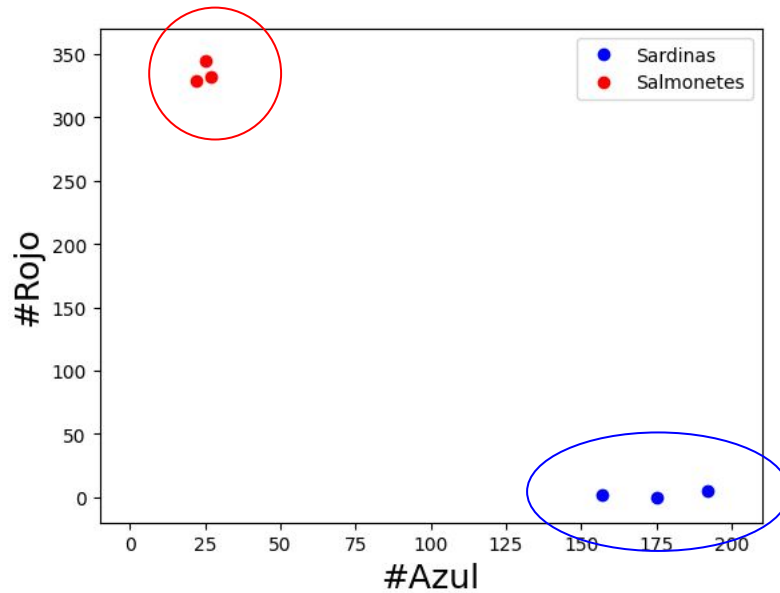
- ¿Podemos decir si son sardinas o salmonetes? Sí.



ID	#Azul	#Rojo	Clase
1	175	0	Sardina
2	192	5	Sardina
3	157	2	Sardina
4	25	345	Salmonete
5	22	329	Salmonete
6	27	332	Salmonete

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

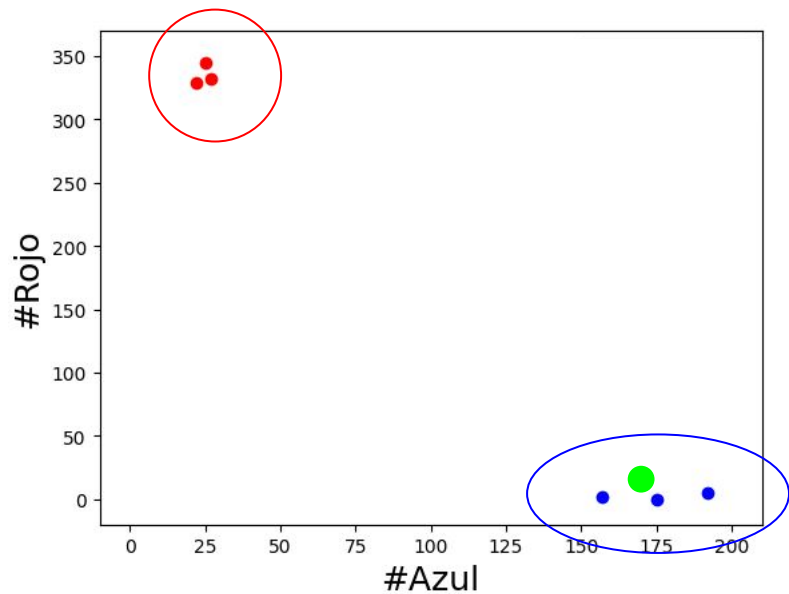
- ¿Podemos intentar agruparlos? Sí, pero, ¿para qué, si ya sabemos lo que son?



ID	#Azul	#Rojo	Clase
1	175	0	Sardina
2	192	5	Sardina
3	157	2	Sardina
4	25	345	Salmonete
5	22	329	Salmonete
6	27	332	Salmonete

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

- Si viene un nuevo dato, ¿qué es?



ID	#Azul	#Rojo
7	162	22

ID	#Azul	#Rojo	Clase
1	175	0	Sardina
2	192	5	Sardina
3	157	2	Sardina
4	25	345	Salmonete
5	22	329	Salmonete
6	27	332	Salmonete

Aprendizaje Automático - Supervisado vs No supervisado

- **Aprendizaje Supervisado**

Si sabemos qué son los datos, es decir, conocemos su **clase**, podemos identificarlos.

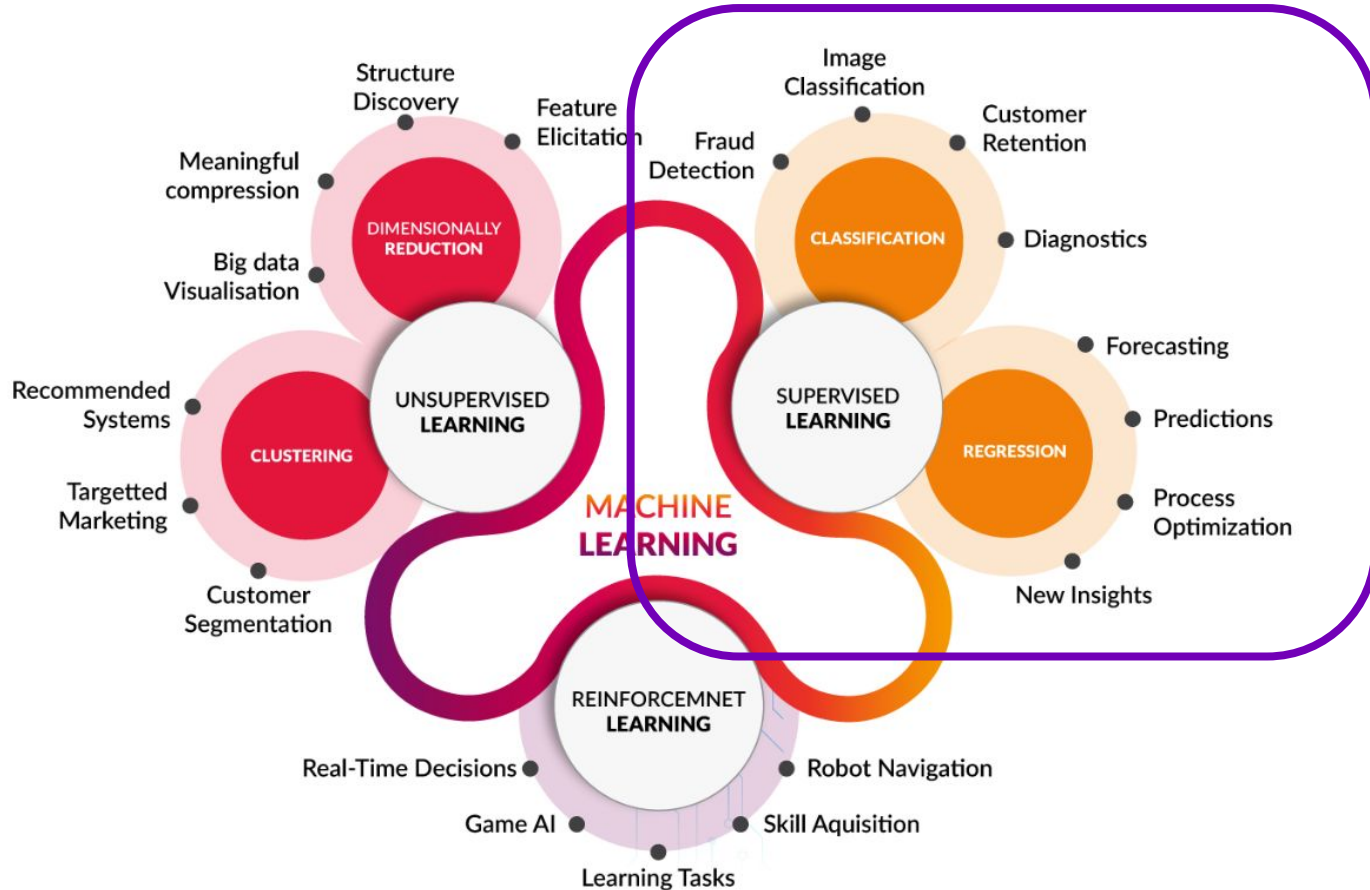
Sardinas



Salmonetes



Aprendizaje Automático (ML)



ML Supervisado - Regresión vs Clasificación

Clasificación

- Predecir la **clase** de un dato
- Responde a la pregunta:

¿Qué eres?

- Devuelve una probabilidad $[0, 1]$

Regresión

- Predecir el **valor** de un dato
- Responde a la pregunta:

¿Cuánto vales?

- Devuelve un valor Real $[-\infty, \infty]$

ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Diferenciar sardinas de salmonetes

¿Regresión o Clasificación?



ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Diferenciar sardinas de salmonetes

Clasificación

- Respondo a la pregunta:

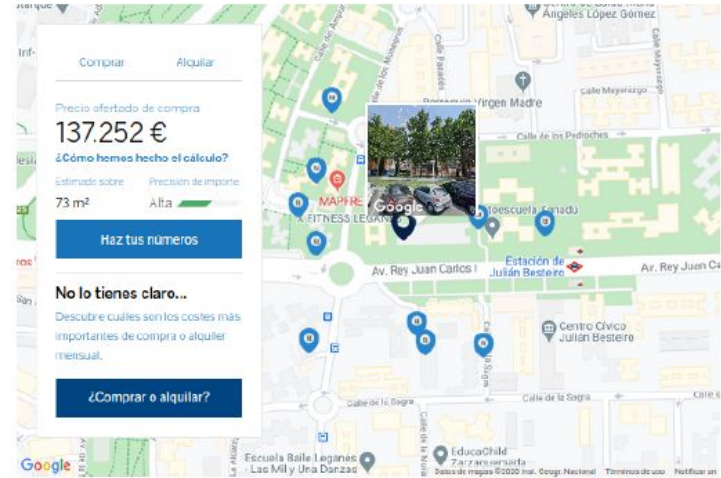
¿Qué eres?



ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Estimación del valor de un inmueble

¿Regresión o Clasificación?



Características de la vivienda

Conoce los datos de esta vivienda según la Dirección General del Catastro.

TIPO DE VIVIENDA

Piso

SUPERFICIE VIVIENDA

68 m²

CONSTRUIDA EN

1974

USO

Residencial

SUPERFICIE TOTAL

73 m²

¿Cómo calculamos estos valores?

fuelle: BBVA Valora

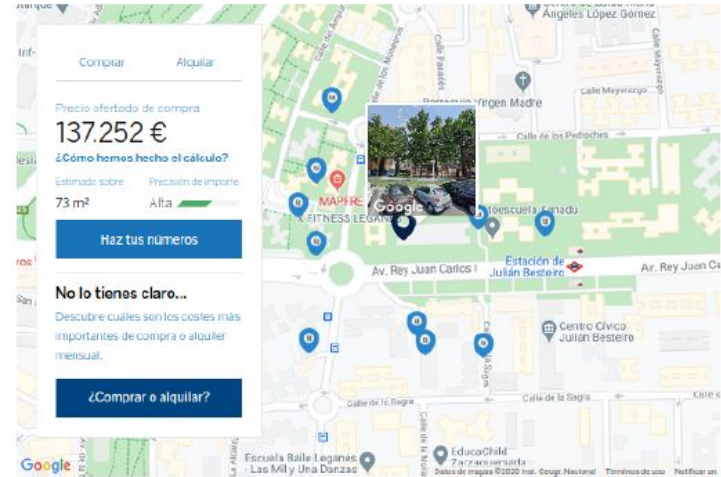
ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Estimación del valor de un inmueble

Regresión

- Responde a la pregunta:

¿Cuánto vales?



Vivienda

Barrio

Características de la vivienda

Conoce los datos de esta vivienda según la Dirección General del Catastro.

TIPO DE VIVIENDA

Piso

SUPERFICIE VIVIENDA

68 m²

CONSTRUIDA EN

1974

USO

Residencial

SUPERFICIE TOTAL

73 m²

¿Cómo calculamos estos valores?

fuelle: BBVA Valora

ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Predecir si una empresa quebrará el próximo año

¿Regresión o Clasificación?



ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Predecir si una empresa quebrará el próximo año

Clasificación

- Responde a la pregunta:

¿Qué eres?

Das una probabilidad de quebrar



ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Tomar una decisión de compra-venta a partir de OHCL

¿Regresión o Clasificación?



ML Supervisado - Regresión vs Clasificación - Ejemplos

- Tomar una decisión de compra-venta a partir de OHCL

Clasificación

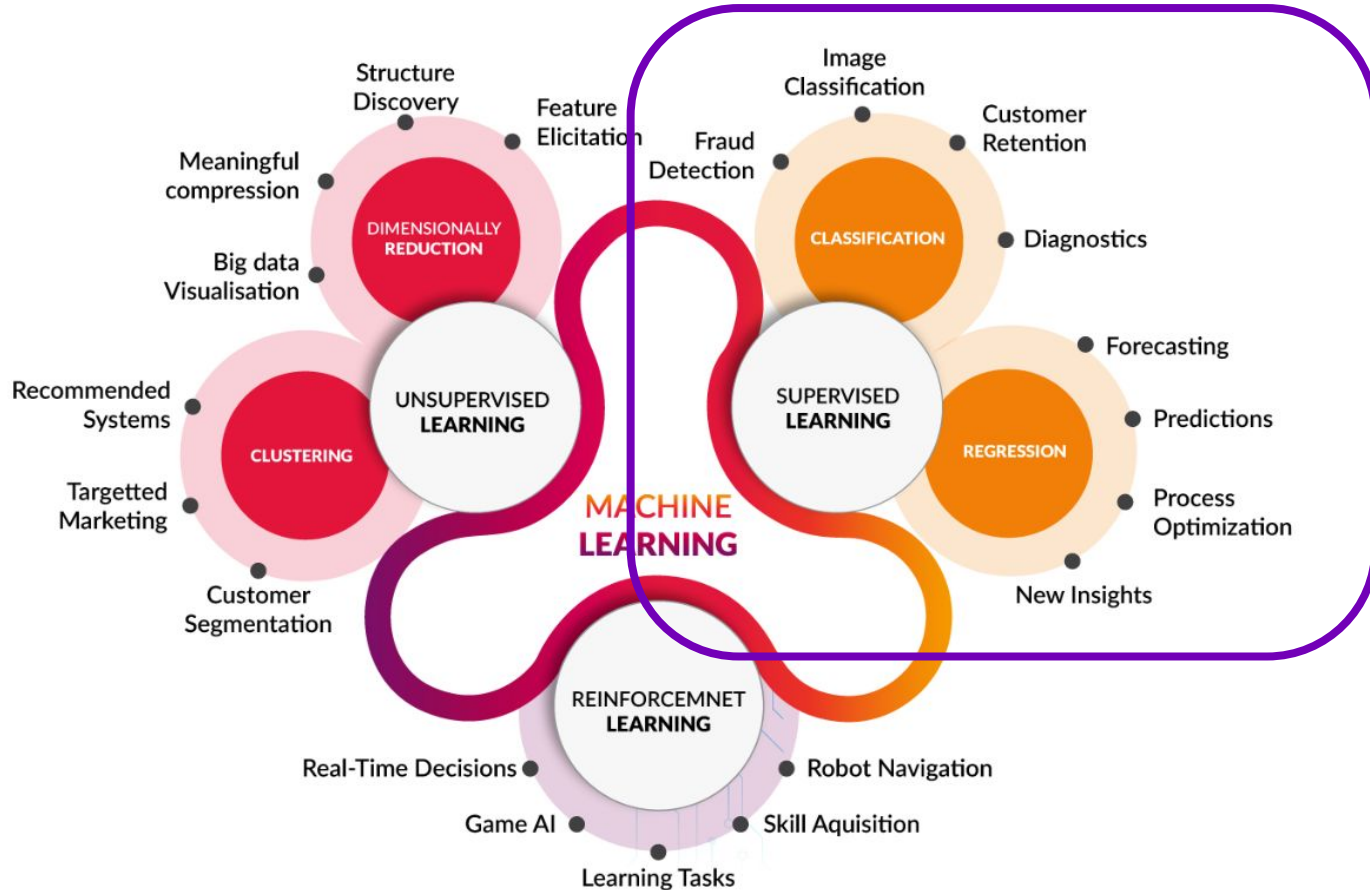
- Responde a la pregunta:

¿Qué eres?

Eres compra o eres venta



Aprendizaje Automático (ML)



ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

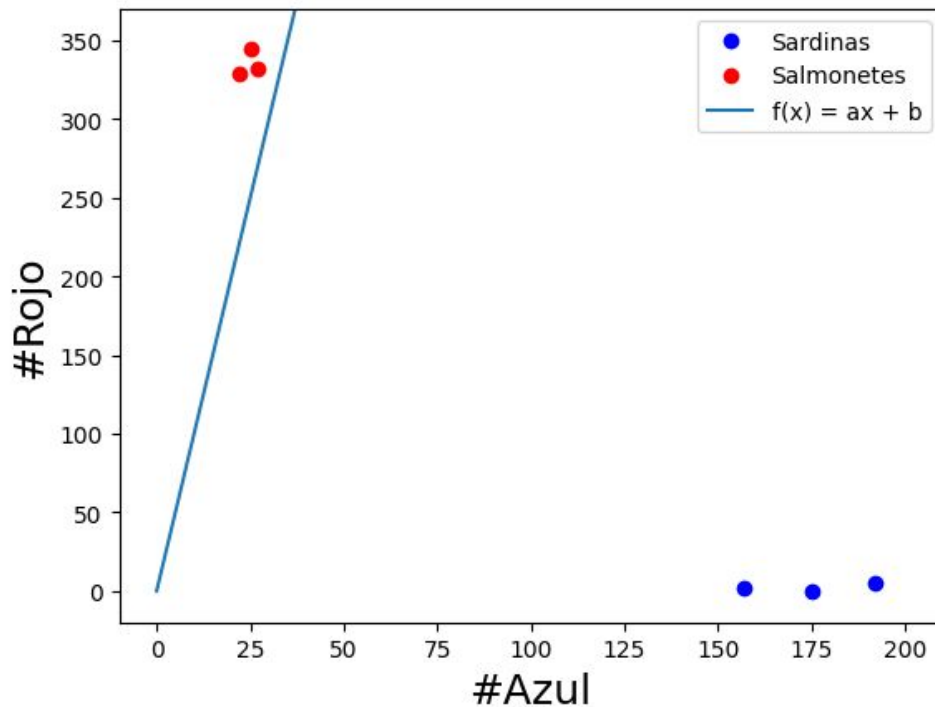
Volviendo al ejemplo con los peces, definimos una frontera de decisión con una línea recta:

- ¿Qué forma tiene una línea recta?

$$f(x) = a \cdot x + b$$

Si $a = 10.0$ y $b = 0.0$

- Todo lo que hay **por encima de la recta** serán **salmonetes** y todo lo que hay **por debajo de la recta** serán **sardinas**.



ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

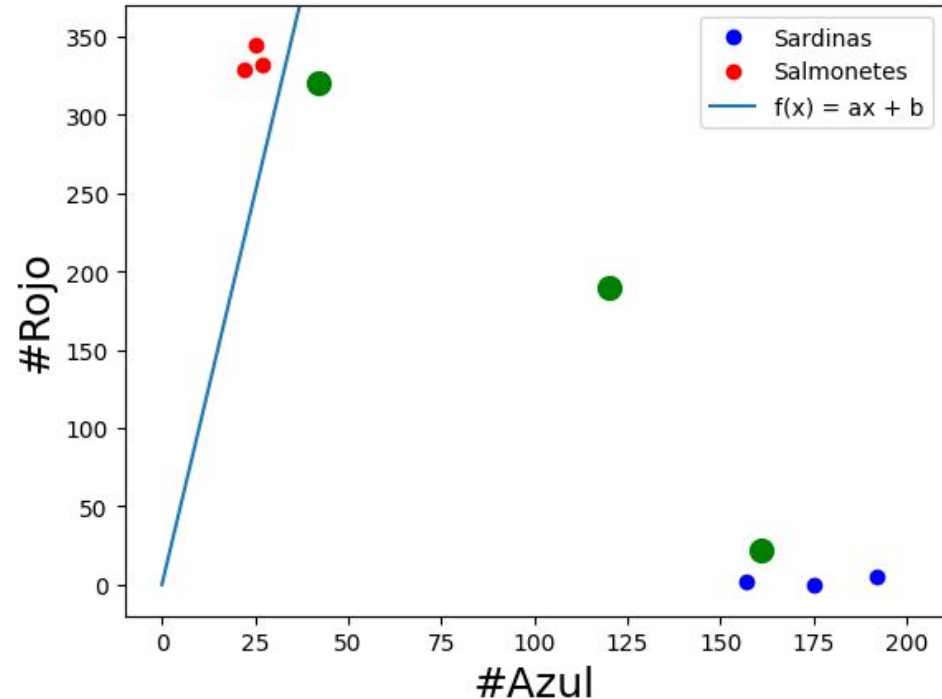
Volviendo al ejemplo con los peces, definimos una frontera de decisión con una línea recta:

- ¿Qué forma tiene una línea recta?

$$f(x) = a \cdot x + b$$

Si $a = 10.0$ y $b = 0.0$

- Todo lo que hay **por encima de la recta** serán **salmonetes** y todo lo que hay **por debajo de la recta** serán **sardinias**.
- ¿Qué pasa con los puntos verdes?



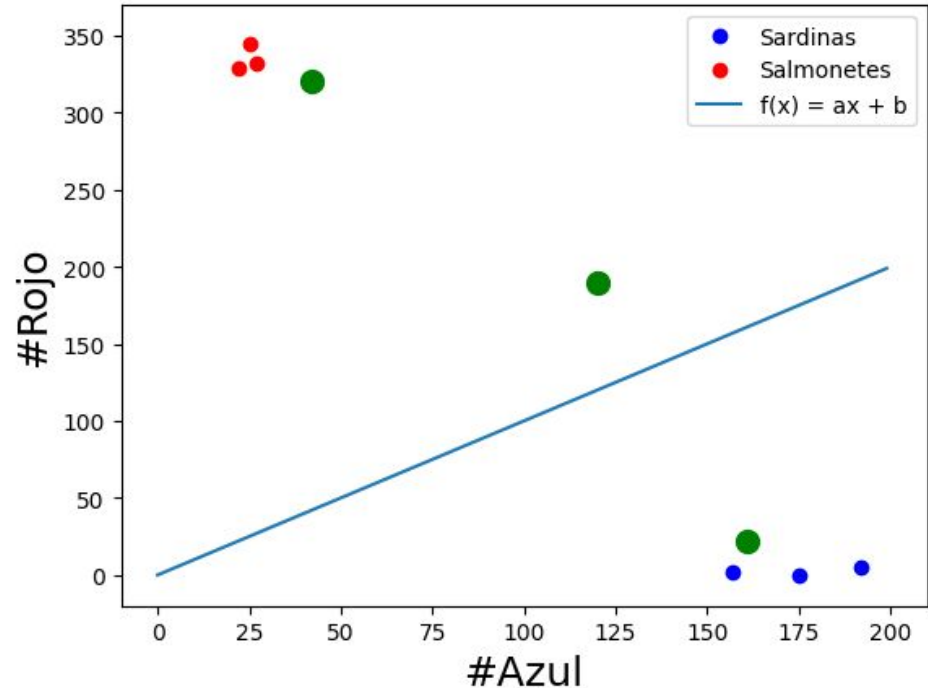
ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

- Si cambiamos los parámetros a y b

$$f(x) = a \cdot x + b$$

Si $a = 1.0$ y $b = 0.0$

- ¿Qué pasa ahora con los puntos verdes?



ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

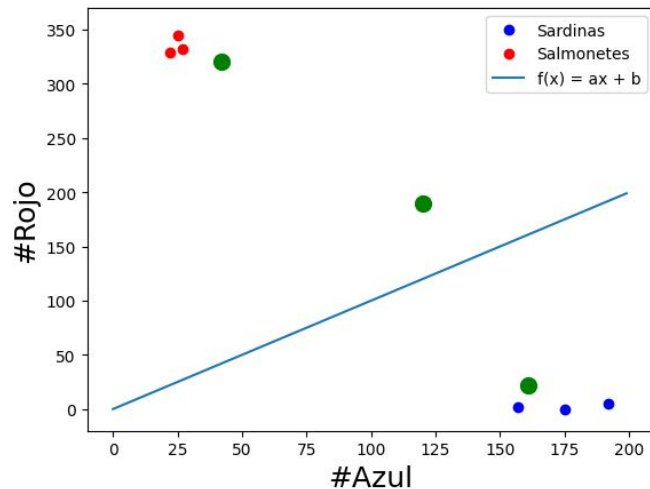
- ¿Qué forma tiene una línea recta?

$$f(x) = a \cdot x + b$$

Si $a = 1.0$ y $b = 0.0$

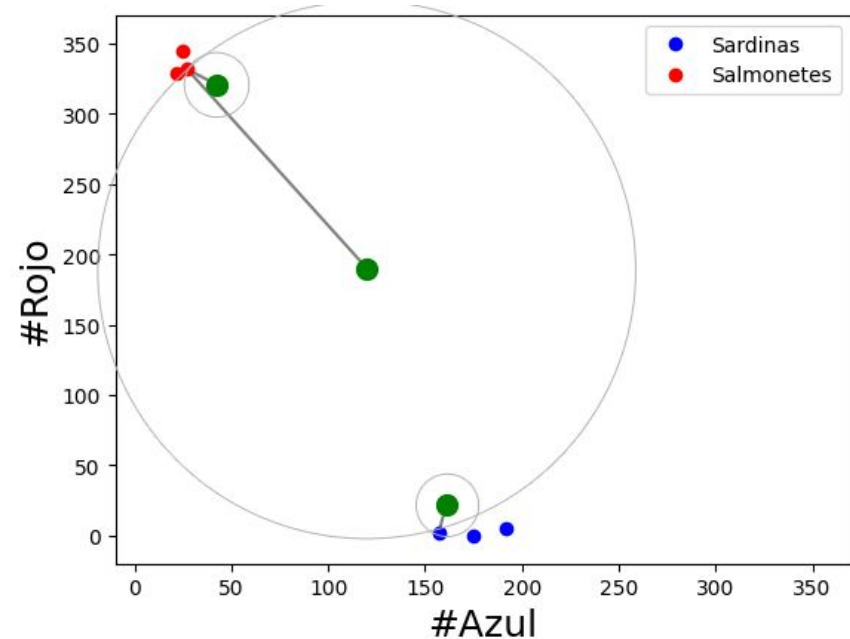
La frontera de decisión de este modelo **depende** de los valores de a y b para ser capaz de separar los puntos rojos de los azules con una **línea recta**. Por tanto:

- Es un **clasificador lineal** (separa con una línea recta)
- Es **paramétrico** (depende de a y b)



ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

- Asumamos lo siguiente: Un punto nuevo será lo mismo que a lo que más se parezca (**similitud**)
- Fijémonos en el **punto más cercano** en el plano para clasificar:
- ¿Cómo es la frontera de decisión?

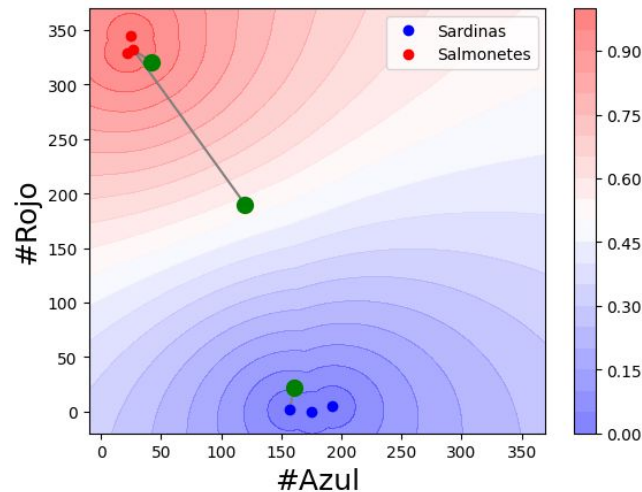


ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

- Asumamos lo siguiente: Un punto nuevo será lo mismo que a lo que más se parezca (similitud)
- Fijémonos en el punto más cercano en el plano para clasificar:

Este modelo **no tiene** ningún parámetro ajustable. Es capaz de partir el espacio de muestra para separar los puntos rojos de los azules considerando el punto más cercano. Por tanto:

- Es un **clasificador no lineal**
- Es **no paramétrico** (se basa en la similitud)



ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

Paramétricos

- Número fijo de parámetros
Se ajustan durante el entrenamiento
- Requiere una fase de entrenamiento
Suele ser lenta
- Predicción rápida
Depende del modelo

No Paramétricos

- No tienen parámetros
- Utilizan diversas técnicas
Búsqueda, similitud, partición, etc.
- No hay entrenamiento
- Predicción lenta
Depende de los datos

ML Supervisado - Paramétricos vs No Paramétricos

Paramétricos

- Regresión lineal o logística
- Redes neuronales
- SVM

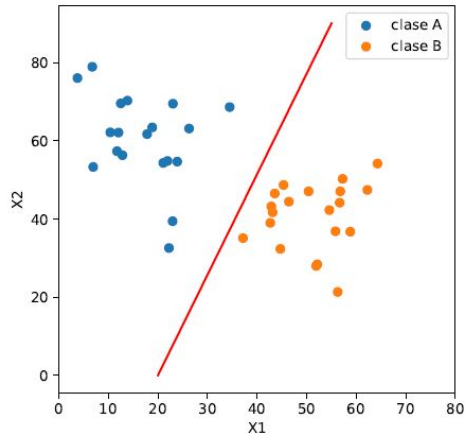
No Paramétricos

- Árboles de decisión
- K-vecinos cercanos (KNN)

ML Supervisado - Clasificador Lineal vs No Lineal

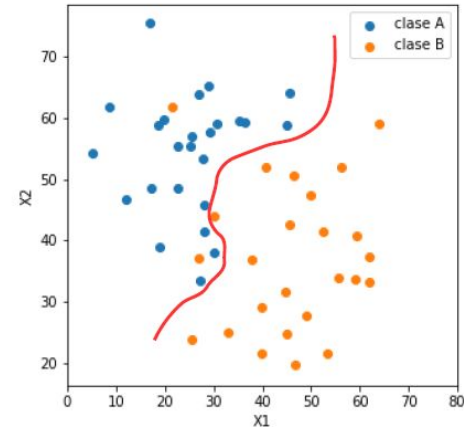
Lineal

- Separa el espacio con una función lineal (línea recta)



No Lineal

- Separa el espacio con algo que no es una línea recta





GPT-2
1.5 Billones de parámetros

ChatGPT
OpenAI

Generado
11 millones libros

Entrenado con
5 millones de libros



GPT-3
175 Billones de parámetros

ChatGPT
OpenAI

Generado
11 millones libros

Entrenado con
5 millones de libros



GPT-4
1.76 Trillones de parámetros

ChatGPT
OpenAI

Generado
11 millones libros

Entrenado con
5 millones de libros

Alcance Inter-disciplinar

