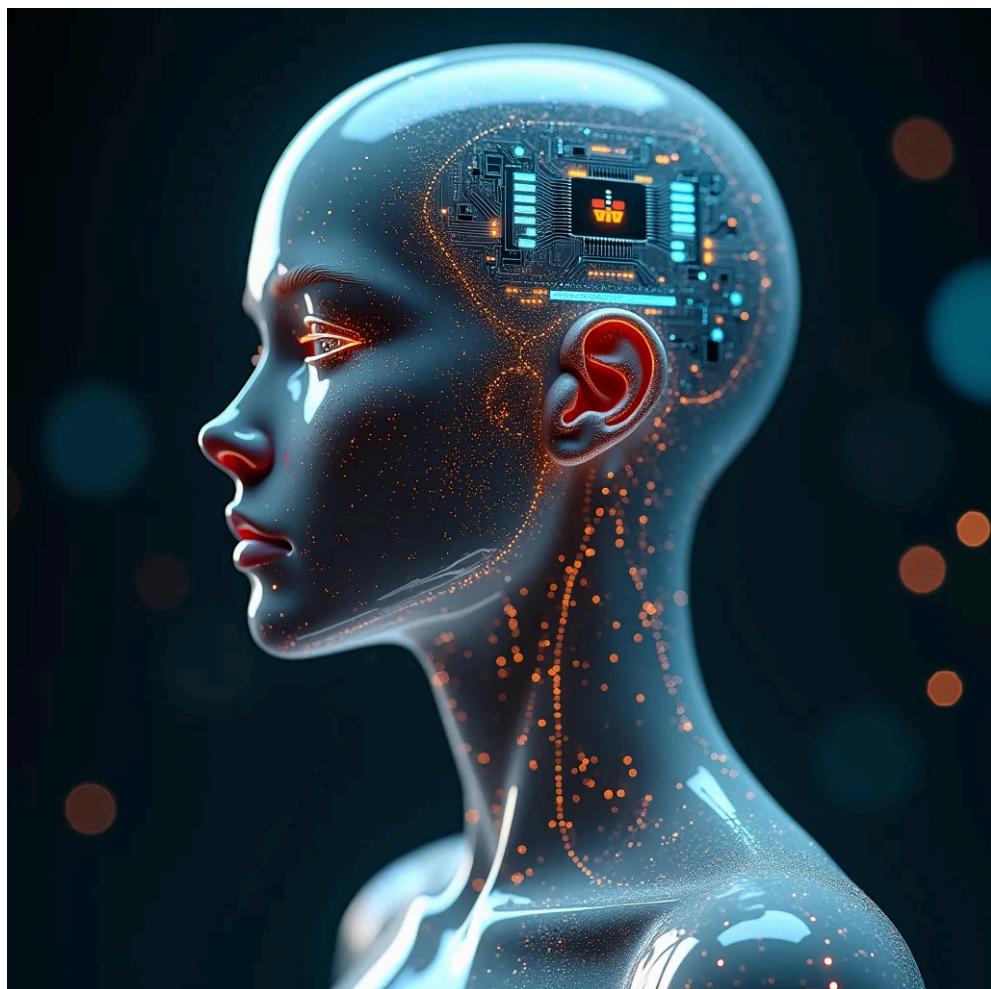


# UD02\_02: Introducción al aprendizaje automático



## Introducción al aprendizaje automático

Evolución de las búsquedas de ML

Evolución del Aprendizaje Automático

Definiciones de Aprendizaje Automático

Esquema del Machine Learning de Tom Mitchell

## Aprendizaje Automático Supervisado

Esquema del aprendizaje supervisado

Regresión

Modelo de regresión

Clasificación

Modelo de clasificación

Aprendizaje supervisado

## Aprendizaje automático no supervisado

Esquema de Aprendizaje No Supervisado

Clustering

Detección de anomalías

Asociaciones

Asociaciones

Aprendizaje automático por refuerzo.

## Fuentes de información

# 1. Introducción al aprendizaje automático

**¡Aprendizaje automático!** Con un nombre tan de ciencia ficción, uno podría esperar que fuera una tecnología reservada exclusivamente para especialistas muy eruditos. No es cierto. De hecho, el aprendizaje automático [Machine Learning] (ML, por sus siglas en inglés) puede explicarse fácilmente en términos de sentido común, y cualquiera que tenga un buen conocimiento de gráficos, tablas y la pendiente de una línea debería ser capaz de entender y utilizar productivamente el ML. Por supuesto, como dice el dicho, "el diablo está en los detalles", y uno debe profundizar en esos detalles. Pero el ML no es ciencia espacial, a pesar de ser una herramienta tan poderosa.

## Definición

### ¿Qué es el Machine Learning?

El Machine Learning es una técnica de predicción. ¿Tiene un paciente una determinada enfermedad? ¿Cambiará un cliente de su servicio de telefonía móvil actual a otro? ¿Qué se está diciendo realmente en esta grabación de audio un tanto confusa? ¿Es esa mancha brillante observada por un satélite un incendio forestal o solo un reflejo?

**Predecimos un resultado a partir de una o más características.** En el ejemplo de diagnóstico de enfermedades, el resultado es tener o no la enfermedad, y las características pueden ser análisis de sangre, historial familiar, y así sucesivamente.

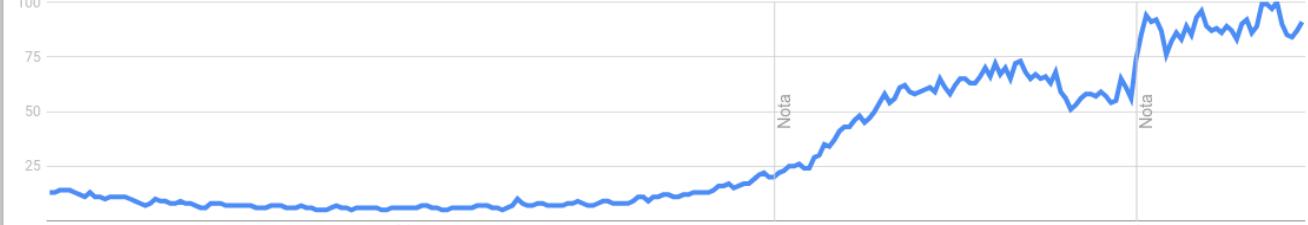
Todos los métodos de ML implican una idea simple: la similitud. En el ejemplo del servicio telefónico, **¿cómo predecimos el resultado para un cliente determinado?** Observamos a clientes pasados y seleccionamos aquellos que sean más similares en cuanto a características (tamaño de la factura, historial de pagos, ingresos anuales, etc.) a nuestro cliente actual. Si la mayoría de esos clientes similares se cambiaron, predecimos lo mismo para el cliente actual. Por supuesto, no estamos garantizando ese resultado, pero es nuestra mejor suposición.

### El rol de las matemáticas en la teoría y práctica del ML

Muchos métodos de ML se basan en una teoría matemática. Así, una buena comprensión intuitiva de cómo funcionan los métodos de ML es esencial para su uso eficaz en la práctica.

El interés por el concepto de Machine Learning (Aprendizaje Automático) no para de crecer. En la siguiente grafica podemos ver la tendencia creciente del termino de búsqueda "machine learning" en Google Trends. Especialmente a partir de 2016.

## Evolución de las búsquedas de ML



El termino Machine Learning, no es nuevo. En realidad formaba parte de la primera era de la inteligencia artificial, en cuanto a cómo imaginaban los primeros ingenieros y programadores el comportamiento de esos agentes inteligentes.

La era del Big Data, con su explosion de datos y la digitalizacion de toda la informacion que se gestiona en la sociedad, unido al abaratamiento del almacenamiento y procesamiento, han sido los factores detonantes de una nueva epoca de esplendor del aprendizaje de las maquinas que ahora tienen un "combustible" y recursos para perfeccionar sus predicciones de forma sorprendente.

Los algoritmos de Machine Learning estan viviendo un renacimiento gracias a esta mayor disponibilidad de datos y cómputo. Estos dos elementos permiten que estos algoritmos aprendan conceptos por sí solos, sin tener que ser programados, lo que ha traído y permitido que se "autoconfiguren".

### 1.1. Evolución del Aprendizaje Automático

Los pioneros de la Inteligencia Artificial soñaban con construir complejas maquinas que tuvieran las mismas características que la inteligencia humana (allá por la década de los 50). Pero en cada época han tenido que ir adaptando sus expectativas a las limitaciones de las maquinas a su disposición.

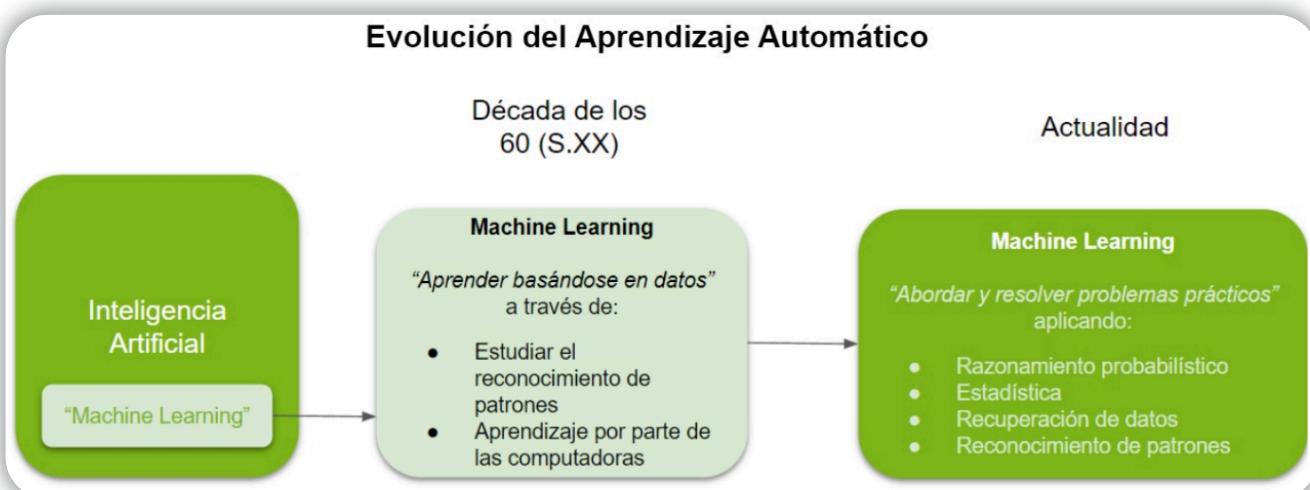
Paralelamente se han ido desarrollando diferentes ramas dentro de la Inteligencia Artificial. En la actualidad una de estas ramas que mas se esta desarrollando es la del Machine Learning, gracias al desarrollo y perfeccionamiento de tecnologías como el Big Data y la digitalización de la información que se gestiona en la sociedad y al desarrollo de Internet. Todo ello, gracias al abaratamiento del almacenamiento y procesamiento de datos.

## Evolución de la IA hasta llegar al Aprendizaje Automático



Es importante entender que el Aprendizaje Automático es una rama de la IA aunque en la actualidad ha adquirido mucha importancia y se utiliza en prácticamente todos los proyectos de IA. De manera que hoy cuando hablamos de Inteligencia Artificial en realidad estamos hablando de esta rama concreta (el todo por la parte).

El Machine Learning a su vez ha evolucionado en estos pocos años que lleva desarrollándose. Inicialmente se focalizaba en lograr que la máquina aprendiera **basándose en datos**, a través de estudiar **el reconocimiento de patrones** (casos similares entre el total de elementos del data set o base de datos). Actualmente se centra más bien en "resolver" problemas prácticos que en "aprender", aunque evidentemente "aprende" (pero el aprendizaje como tal ya no es el foco, sino el resultado obtenido). Al reconocimiento de patrones que ya se usaba desde el principio se añade ahora lo que conocemos como el **razonamiento probabilístico, la estadística y la recuperación de datos**.



## 1.2. Definiciones de Aprendizaje Automático

**Definición** Arthur Samuel (que trabajó para IBM) en 1959 describía Aprendizaje Automático como: **el campo del estudio que da a las computadoras la capacidad de aprender sin ser programadas explícitamente.**

Esta es una definición antigua e informal respecto a lo que hoy en día entendemos por Machine Learning.

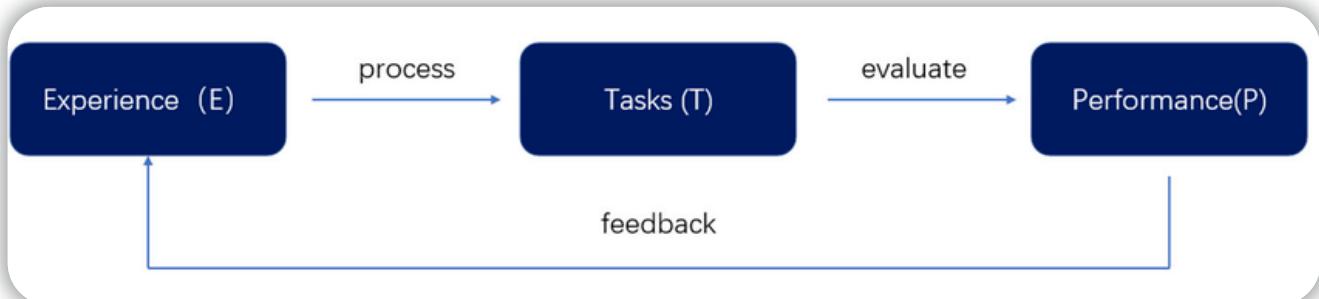
**Definición** Tom Mitchell (profesor en la Universidad de Carnegie Mellon) ha ofrecido una definición más moderna: se dice que **un programa de computadora aprende de la experiencia E con respecto a alguna clase de tareas T y medida de rendimiento P; si su desempeño en las tareas en T medido por P mejora con la experiencia E.**

Por ejemplo: jugar a las damas.

- E es la **experiencia** de jugar muchas partidas de damas.
- T es la **tarea** de jugar a las damas.
- P es la **probabilidad** de que el programa gane la partida actual.

A medida que la máquina "observa" el desarrollo de cada partida, gana experiencia. Gracias a esta experiencia acaba siendo capaz de realizar la tarea (jugar a las damas) por sí misma, comprobando el rendimiento obtenido en cada partida (si gana o no gana, además va contando cuántos movimientos, etc.), por lo que va perfeccionando su capacidad de jugar de manera eficaz.

**Esquema del Machine Learning de Tom Mitchell**



En resumen: el Aprendizaje Automático consiste en un programa informático que **analiza** y **aprende** de los datos que le proporcionamos para decidir qué hacer con ellos y proporcionar respuestas. Genera reglas para; con eso que ha "aprendido" acelerar procesos, reconocer patrones, segmentar grupos (personas, hábitos, etc). Lo fundamental es que el **cómo aprende es automático**, nosotros solamente le tenemos que dar los datos o ejemplos de partida.

### Definición

La definición de Aprendizaje Automático mas aproximada a lo que entendemos actualmente seria: El Aprendizaje Automático (Machine Learning) es un proceso de adquisición de conocimiento de manera automática mediante la utilización de ejemplos (experiencia) del entrenamiento.

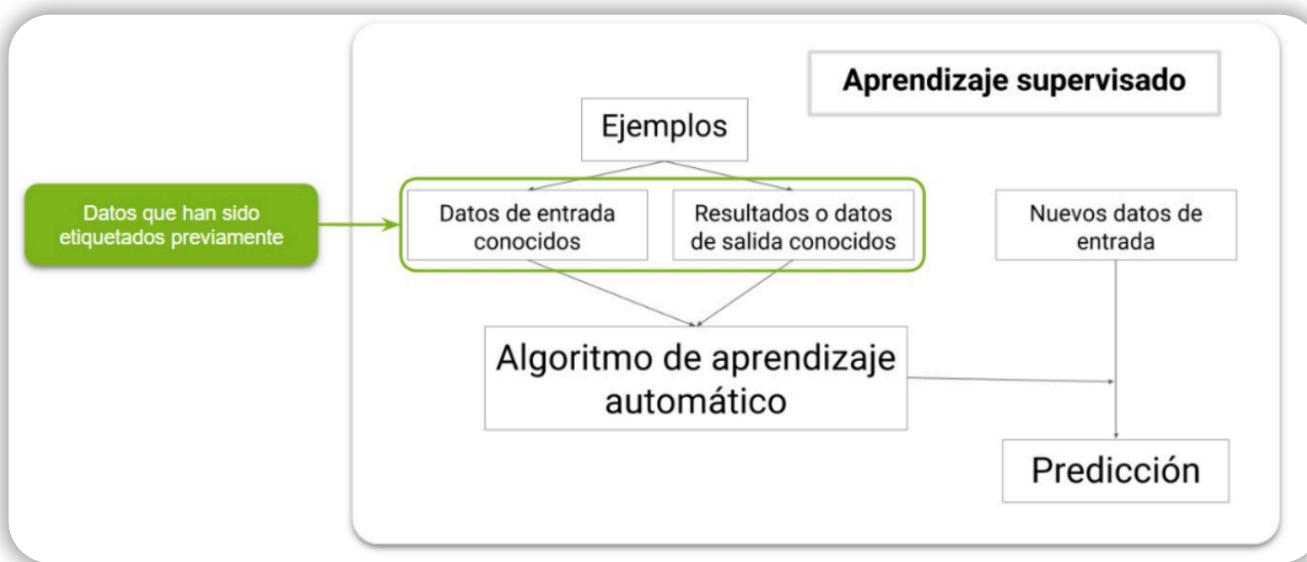
## 2. Aprendizaje Automático Supervisado

La característica fundamental del **Aprendizaje Automático Supervisado** es que dicho aprendizaje se realiza **a partir de datos que ya han sido etiquetados previamente**.

¿Qué queremos decir con **datos etiquetados**? Pues que al programa que va aprender le proporcionando los datos indicando sus características (bien las de entrada, bien las de salida). Por ejemplo, si queremos que un programa de IA sea capaz de distinguir en qué fotos aparece un perro, al proporcionarle fotos para el aprendizaje (datos de entrada) ya le decimos en cuáles aparecen gatos, en cuáles perros, en cuáles patos. Podemos decir que "supervisamos el aprendizaje dándole pistas al programa de Inteligencia Artificial".

En realidad el término correcto que debemos emplear es el de **instancias**: que son cada uno de los elementos que conforman el conjunto de datos (en el ejemplo, cada foto), se componen de una serie de campos de características o atributos (en el ejemplo, aparecer gato, aparecer perro, aparecer pato) y un campo objetivo (en el ejemplo, aparecer perro), que es el que se encuentra etiquetado en los datos de entrenamiento. El objetivo de este tipo de aprendizaje es extraer un conjunto de reglas que permitan predecir el campo objetivo para nuevos casos de estudio.

**Esquema del aprendizaje supervisado**



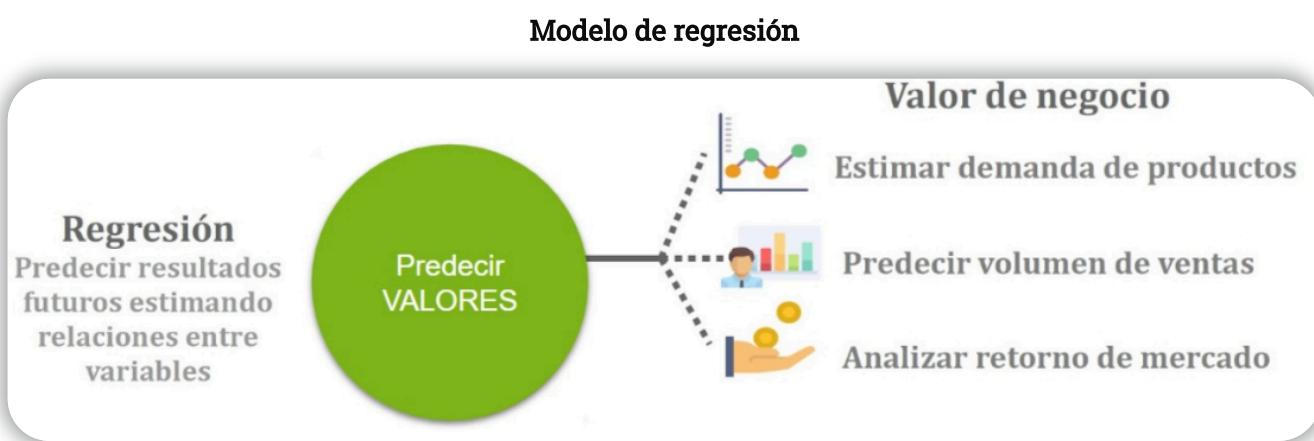
Los problemas de Aprendizaje Supervisado se dividen en dos categorías: **Regresión** y **Clasificación**. La diferencia entre estas dos categoría radica en el campo objetivo (lo que queremos que la Inteligencia Artificial nos dé como respuesta), que es numérico en el caso de la Regresión y categórico en el caso de la Clasificación.

## 2.1. Regresión

Se busca predecir qué valor tendrá el campo objetivo para una nueva instancia valor del campo objetivo, el modelo que hayamos obtenido tras el proceso de entrenamiento debe ser capaz de predecirlo lo más correctamente posible.

Recuerda que estamos hablando de números. Por ejemplo de estimar la demanda que va tener un producto en una época del año, predecir el volumen de ventas de los próximos tres meses, o prever el beneficio que vamos a obtener de unas acciones en unos meses. Por tanto utilizaremos este tipo de Aprendizaje Supervisado cuando nuestros casos conocidos con los que vamos "entrenar" a la Inteligencia Artificial podamos expresarlos con número (valores numéricos).

La predicción se realizará a partir de los valores de las variables y de la relación entre las mismas. La capacidad de obtener más o menos información de las variables dependerá en gran medida del algoritmo que utilicemos en el proceso de entrenamiento. En todos los desarrollos de Aprendizaje Automático (y las regresiones en aprendizaje supervisado no son una excepción) vamos a tener que dedicar la mayor parte de nuestro tiempo y esfuerzo en recoger y preparar los datos de partida. Se dice que un 80% del esfuerzo y tiempo total es lo que se lleva tratar adecuadamente dichos datos para que la Inteligencia Artificial pueda hacer predicciones correctas. El otro 20% suele ser tiempo de computo (el ordenador procesando datos).



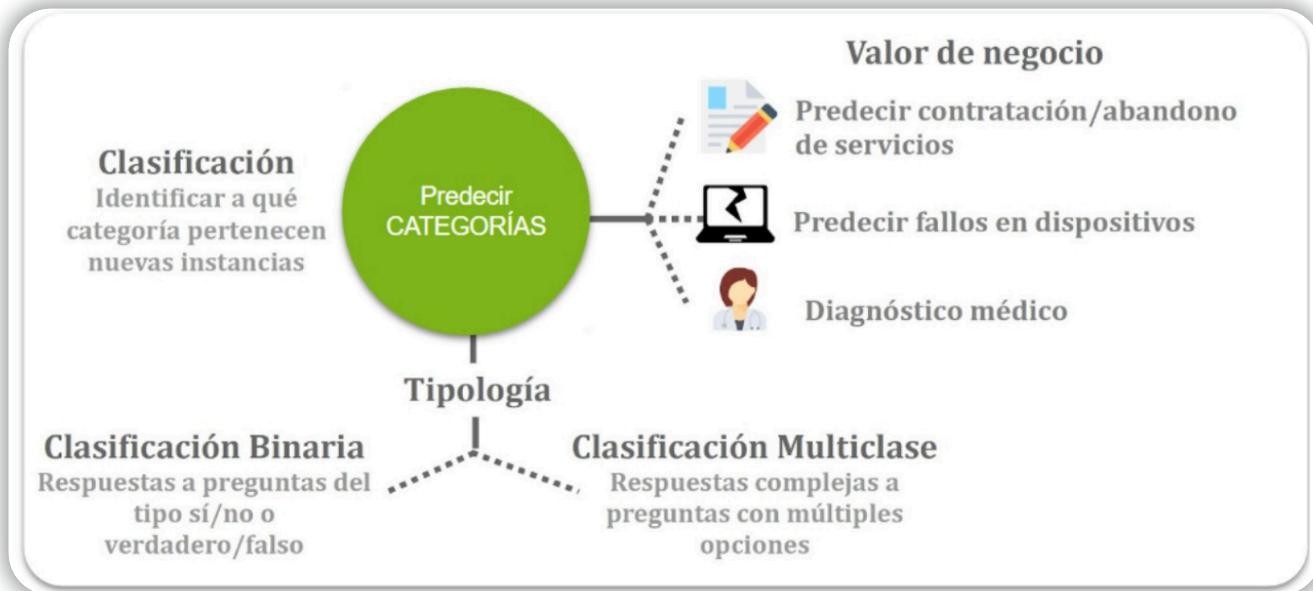
## 2.2. Clasificación

Se busca predecir a qué categorías pertenece el campo objetivo de cada instancia a partir de una lista de posibles categorías. Los casos en los que solo hay dos categorías posibles, nos encontramos ante un problema de **Clasificación Binaria**; mientras que los casos que requieren respuestas a problemas complejos con múltiples categorías (más de dos) corresponden a **Clasificación Multiclasa**.

El valor de negocio de los problemas de Clasificación es muy amplio y abarca, entre otros, los campos de la **economía, la tecnología y la medicina**. La posibilidad de predecir si un cliente va a contratar un servicio, si tiene tendencia a abandonar un determinado servicio, nos permite ofrecerle atención personalizada, aumentar la eficiencia de nuestro negocio y la efectividad del contacto con el cliente.

Por otra parte, la capacidad de predecir, por ejemplo, fallos en dispositivos tecnológicos puede ahorrar muchos costes, permitiendo aplicar el mantenimiento preventivo a nuestros equipos. Otro tipo de uso que le damos a este tipo de Aprendizaje Supervisado es, por ejemplo, la posibilidad de desarrollar aplicaciones de diagnóstico médico a partir de los datos de pacientes. Sin duda se trata de una potente herramienta de apoyo a los profesionales sanitarios.

### Modelo de clasificación



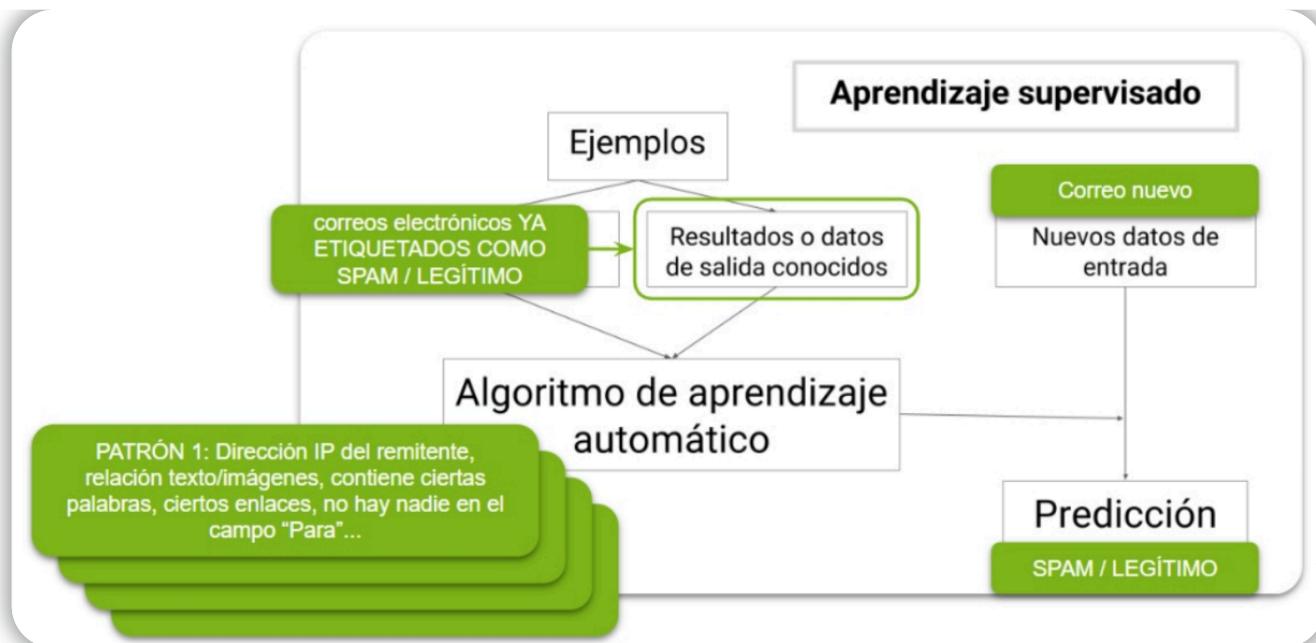
**Ampliación**

Por lo tanto, uno de los usos más extendidos del Aprendizaje Supervisado consiste en **hacer predicciones a futuro basadas en comportamientos** o características que se han visto en los datos ya almacenados (el histórico de datos). El aprendizaje supervisado permite buscar patrones en datos históricos relacionando todos los campos con un campo especial, llamado campo objetivo.

**Curiosidad**

Por ejemplo, los correos electrónicos se etiquetan como spam o legítimos de forma automática por la mayoría de los servicios de Correo Electrónico. Pero inicialmente lo tenía que hacer manualmente cada usuario. Hasta que se ha aplicado Inteligencia Artificial. Todos los casos clasificados "por humanos" han sido utilizados para entrenar la IA y que sea capaz de predecir cuando un nuevo mail es Spam o no Spam. Para ello, la IA realiza un análisis de "las instancias" que le proporcionamos para encontrar qué características o patrones tienen los correos ya marcados con una etiqueta (spam o legitimo). Se puede determinar; por ejemplo, que un correo spam es aquel que viene de determinadas direcciones IP; y además tiene una determinada relación texto-imágenes, y además contiene ciertas palabras, y además no hay nadie en el campo "Para". Este sería tan solo un ejemplo. Una vez determinados todos los patrones (esta fase se llama "de aprendizaje"), los correos nuevos que nunca han sido marcados como spam se predicen como "spam" o "legítimos" en función de sus características.

**Aprendizaje supervisado**



# 3. Aprendizaje automático no supervisado

**En este tipo de aprendizaje no se requiere un etiquetado previo de las instancias**, pues el objetivo es encontrar relaciones de similitud, diferencia o asociación en el conjunto de datos. Es decir; que no "le decimos" a la Inteligencia Artificial que estamos buscando, ni cual es el dato concreto sobre el que queremos que haga una predicción. Asumimos que hay ciertos tipos de relación y dependencias entre los diversos datos, pero queremos que sea la Inteligencia Artificial la que encuentre esas relaciones. En muchas ocasiones nos llevamos sorpresas cuando la IA nos muestra semejanzas entre datos que nos han pasado desapercibidas a los humanos.

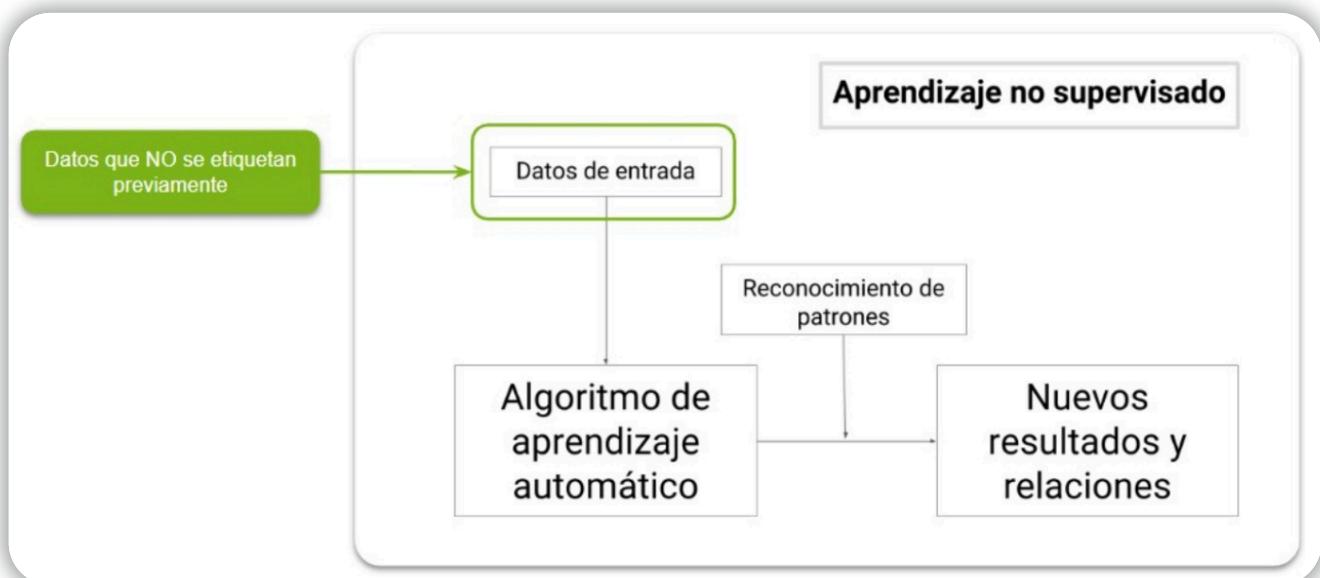
Como hemos dicho, el objetivo es que la IA encuentre relaciones de tres tipos:

- Similitudes
- Diferencias
- Asociaciones

Dependiendo de cual sea dicho objetivo, los problemas se clasificarán en tres tipos diferentes:

- Clustering
- Detección de Anomalías
- Asociaciones

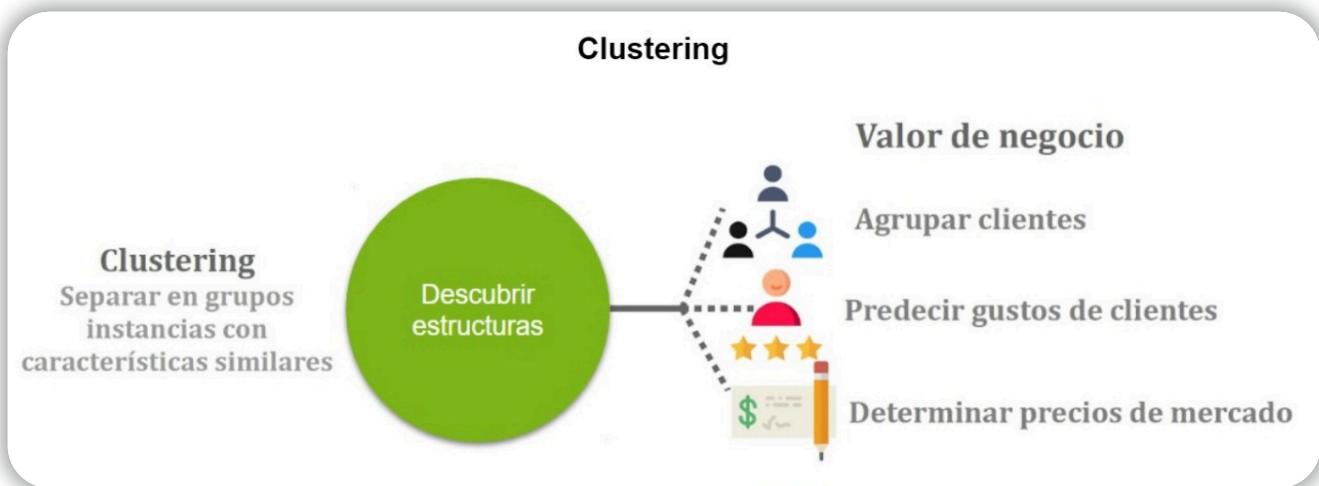
**Esquema de Aprendizaje No Supervisado**



En resumen; el aprendizaje no supervisado usa datos históricos que no están etiquetados. El fin es explorarlos para encontrar alguna estructura o forma de organizarlos. Por ejemplo, es frecuente su uso para agrupar clientes con características similares a los que hacer campañas de marketing altamente segmentadas.

## 3.1. Clustering

Generar agrupaciones o clusters buscando las instancias que son similares entre sí, a que grupo pertenecerá una nueva instancia. Suele aplicarse, entre otros casos, para agrupar productos de mercado en función de sus características y su importe .



De esta manera, por ejemplo, se puede ofrecer a los clientes productos del mismo tipo de los que suelen consumir. También permite hacer estudios de precios de mercado aplicados, por ejemplo, al importe y características de inmuebles.

Las publicaciones sugeridas en cualquier red social, o las películas o series que te sugieren ver en cualquier plataforma de contenidos tienen un modelo de aprendizaje no supervisado por Clustering detrás. No necesitan saber quién eres. Simplemente revisan la información que pueden de ti (la que indicas al registrarte en su plataforma, y la que generas como usuario) y la IA te categoriza para ofrecerte contenidos que a usuarios con características similares a las tuyas ya hayan mostrado de alguna forma que también les han gustado dichos contenidos.

## 3.2. Detección de anomalías

Al contrario que en los modelos de Clustering, lo que se busca en la Detección de Anomalías son las instancias que se diferencian de las demás. Desde el punto de vista de negocio, un ejemplo habitual de aplicación es el de detectar fraudes en actividades económicas, como los préstamos bancarios.

## Detección de Anomalías

**Detección de Anomalías**  
Identificar y predecir datos inusuales o poco comunes

Encontrar instancias inusuales

### Valor de negocio



Predecir riesgos de crédito



Detectar fraudes



Identificar medidas extrañas de equipos

También se puede aplicar la Detección de Anomalías como ejercicio previo a cualquier otro problema de Inteligencia Artificial, para que detecte datos de instancias anómalas y limpiarlos o revisarlos. Es muy habitual aplicar primero la Detección de Anomalías a un conjunto de instancias y después de haber eliminado los datos "anómalos" aplicar un problema de Clustering.

## 3.3. Asociaciones

Encontrar relaciones entre los diferentes valores que toman los campos de una instancia deducir reglas de asociación que nos indican que cuando uno de los campos toma un determinado valor; en general; otro de los campos suele tomar un valor concreto con mucha más frecuencia que si esto ocurriera aleatoriamente.

## Asociaciones

**Asociaciones**  
Detectar relaciones entre las características de una instancia

Detectar asociaciones de campo

### Valor de negocio



Relacionar productos de la compra



Relacionar gustos de entretenimiento de clientes



Relacionar productos contratados por clientes

Es habitual aplicar los modelos de Asociaciones para encontrar relaciones en la venta de productos y poder indicar cuáles de ellos se adquieren con mayor probabilidad si previamente se ha adquirido otro producto concreto.

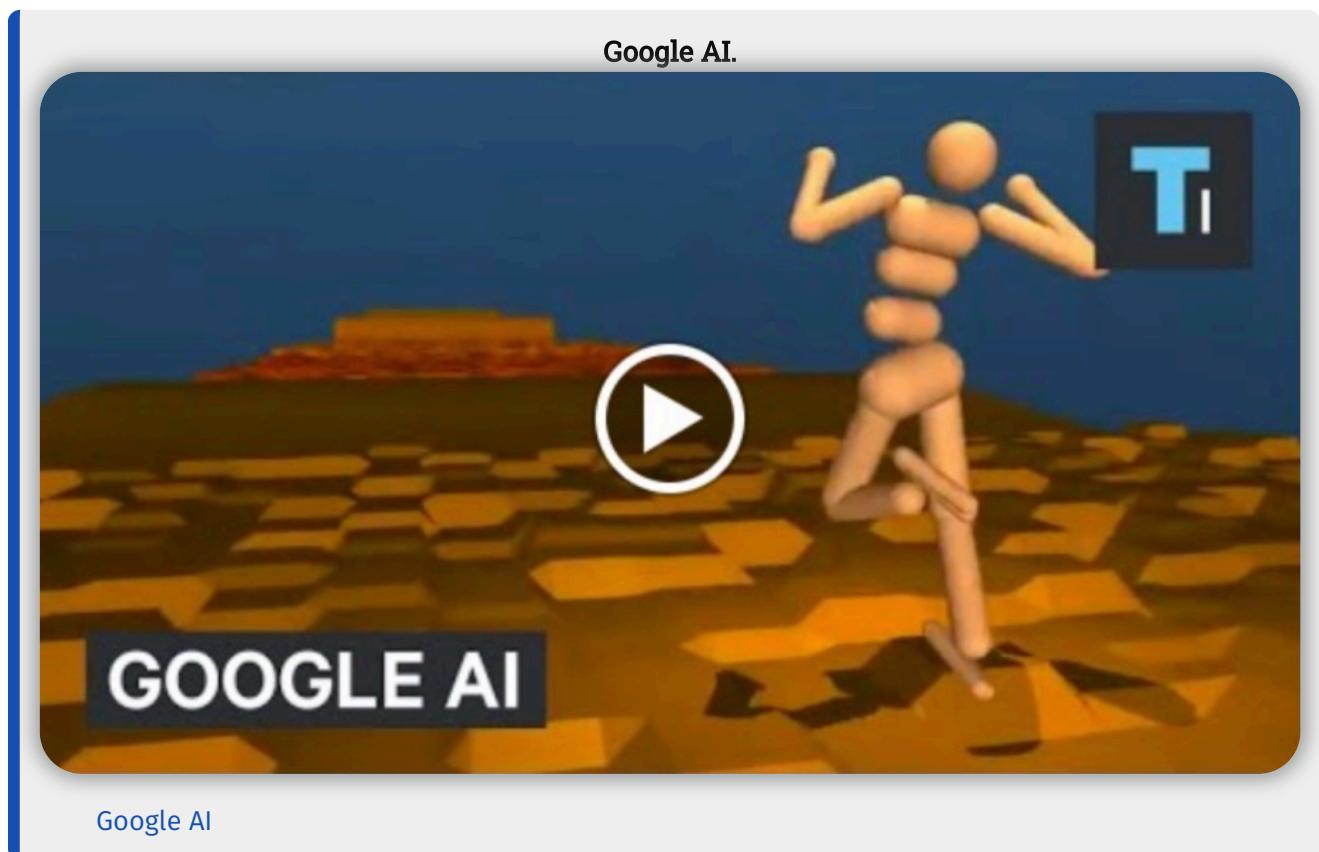
### 3.4. Aprendizaje automático por refuerzo.

Existe también el Aprendizaje por Refuerzo, en el que el objetivo es aprender como mapear situaciones a acciones para maximizar una cierta recompensa. Se trata de programar agentes mediante premio y castigo sin necesidad de especificar como realizar la tarea.

Uno de los casos más conocidos de refuerzo automático es el cuando en la empresa Deep Mind lograron "enseñar" a la IA a jugar al Arkanoid (¿Te acuerdas? lo vimos en la unidad 1). La IA solo conocía los parámetros básicos del movimiento, y los "premios" (puntos por romper bloques, puntos por tardar lo menos posible en terminar la partida) y "castigos" (finalizar la partida sin puntos si se perdía la pelota por el extremo inferior de la pantalla).

En este tipo de problemas lo más importante es definir y programar las condiciones que deben cumplirse (las reglas del juego, qué se puede hacer y cómo interactúan unos elementos con otros).

Por ejemplo, en el siguiente vídeo, podemos ver como una serie de personajes digitales han sido programados para que "los brazos" se mantengan articulados al cuerpo, "aprendido" a caminar, correr y sortear obstáculos. Se ve claramente que los brazos son iguales que las "patas". Pero no parece que hayan especificado mucho sobre la gravedad o sobre "el cansancio" que supone correr con los brazos hacia arriba.



Esta es una buena muestra de que la Inteligencia Artificial, de momento, no es más inteligente que los programadores que la diseñan.

**Ampliación**

**Minería de Datos o Data mining.** No es raro ver como se usan

indiferentemente los conceptos minería de datos y machine learning. Son conceptos "primos hermanos" pero no son lo mismo. Desde nuestro punto de vista, la principal diferencia radica en el objetivo que tiene cada una de las disciplinas. Mientras que la minería de datos descubre patrones anteriormente desconocidos, el machine learning se usa para reproducir patrones conocidos y hacer predicciones basadas en los patrones. **La minería de datos tiene una función exploratoria mientras que el machine learning se focaliza en la predicción.**

## 4. Fuentes de información

---

- [Wikipedia](#)
- [Modelos de Inteligencia Artificial \(Ed. Marcombo\)](#)
- <https://iep.utm.edu/artificial-intelligence/>
- Materiales MIA curso MEC-20230524