

# Redes Neuronales y modelos de agrupamiento

Prof. Dr. Jorge Zavaleta  
zavaleta.jorge@gmail.com

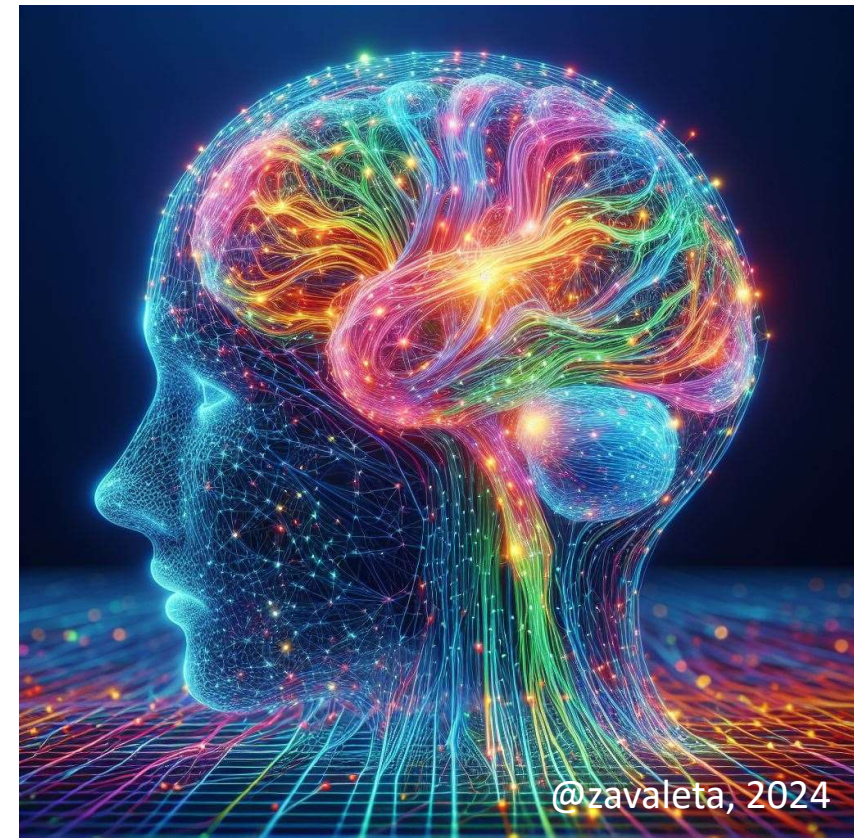
# Introducción

- Las redes neuronales artificiales (RNA) desempeñan un papel clave en el análisis de datos y la extracción de conocimientos valiosos de conjuntos de datos complejos.
- Siguen evolucionando con los avances de la inteligencia artificial, convirtiéndose en herramientas imprescindibles en minería de datos y otros diversos sectores de la sociedad.



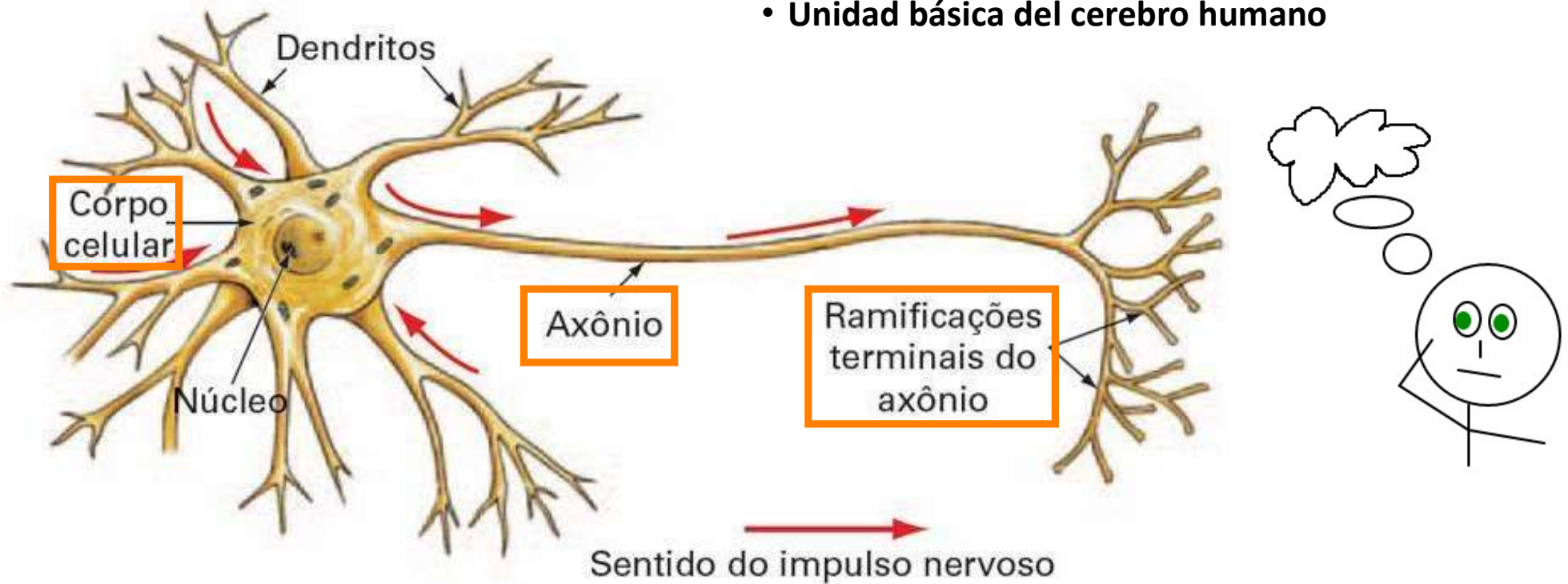
# Redes Neuronales - Definición

- Las redes neuronales artificiales (RNA) son sistemas computacionales inspirados en el funcionamiento del **cerebro humano**.
- Compuestas por varias unidades interconectadas, llamadas **neuronas artificiales**, las RNA **aprenden** y se **adaptan a partir de datos**, realizando tareas complejas como reconocimiento de patrones, clasificación y predicción.



# RNA - La primera red neural – modelo biológico

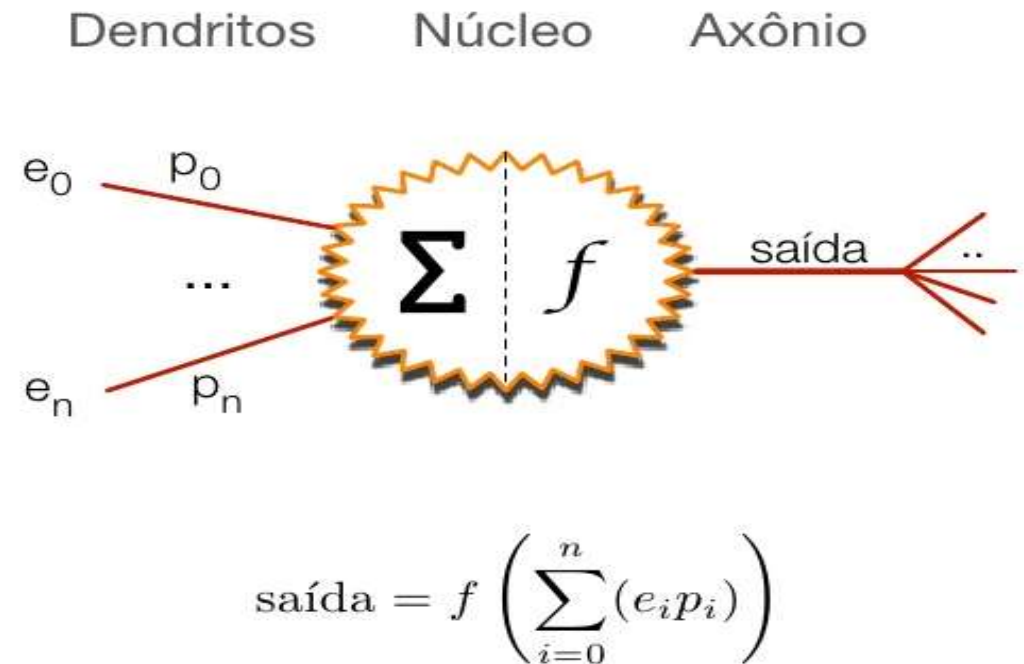
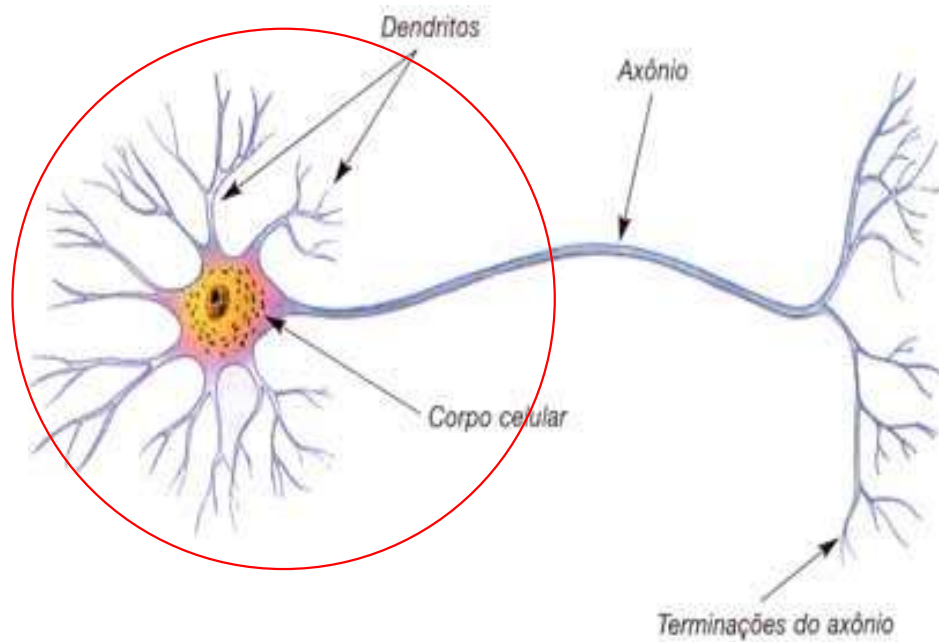
- Unidad básica del cerebro humano



<http://deeplearningbook.com.br/o-neuronio-biologico-e-matematico/>



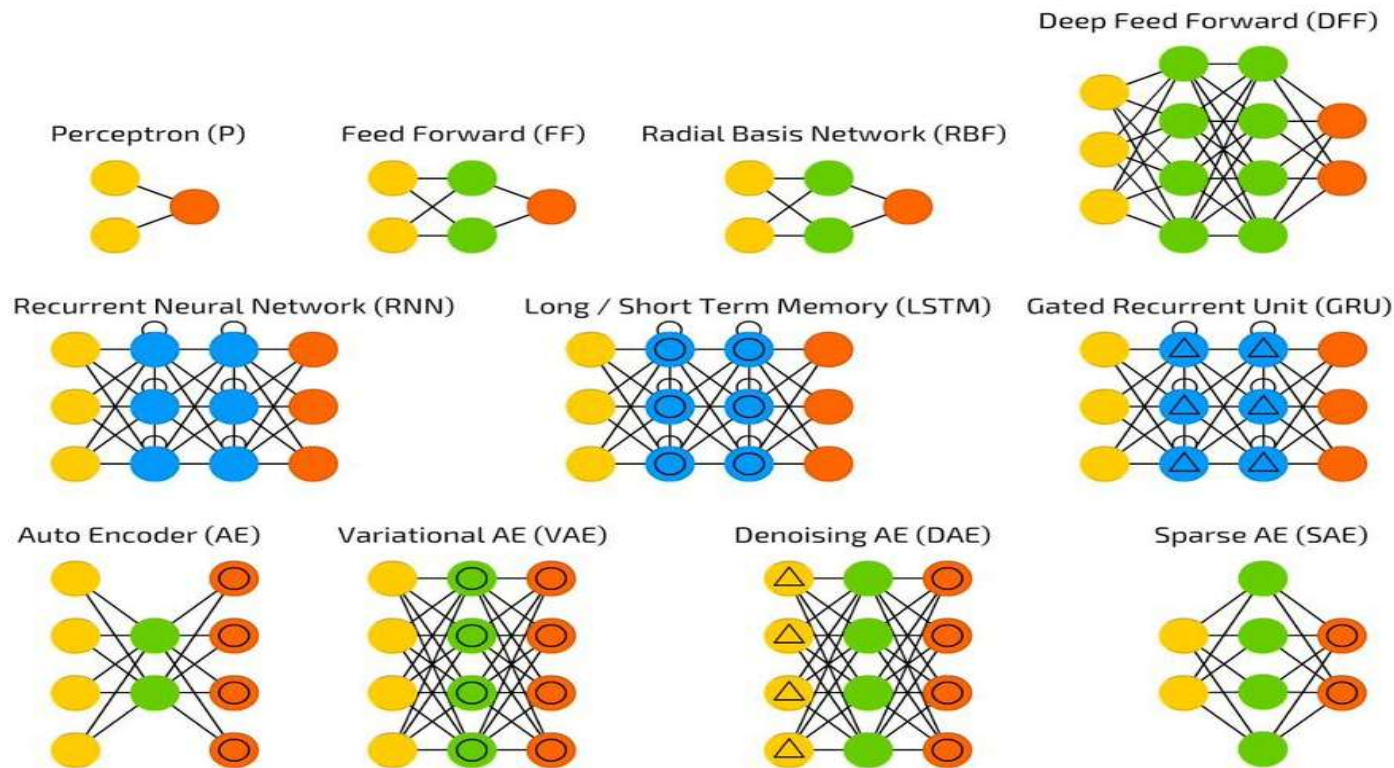
# RNA - Modelo Biológico y Matemático



# RNA - Arquitecturas

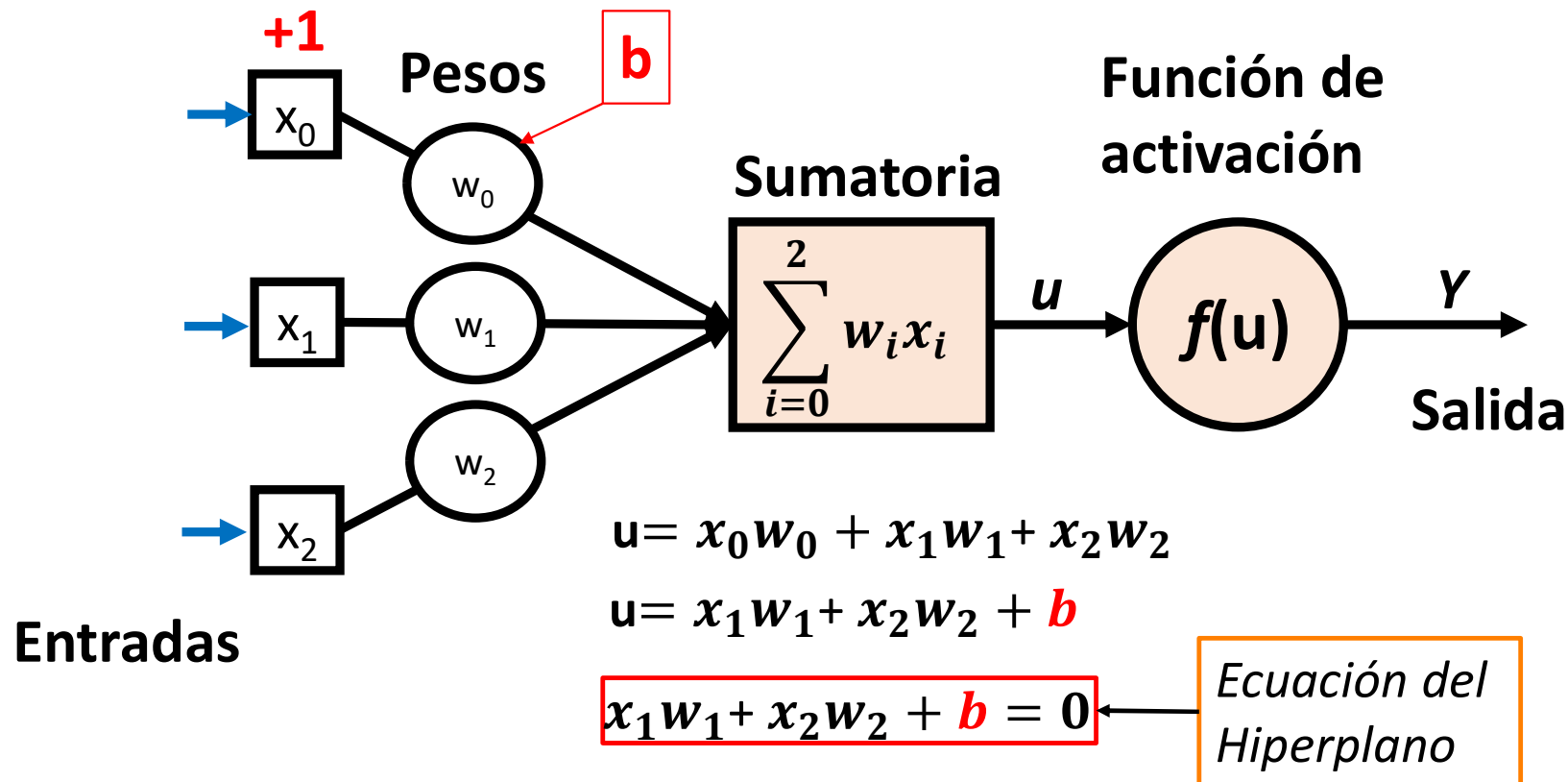
- Las RNA pueden tener diferentes arquitecturas, definidas por la organización de las neuronas en capas.
- Las más comunes son:
  - **Perceptrón**: una capa de neuronas para clasificación binaria.
  - **Perceptrón multicapa** (MLP): múltiples capas de neuronas para clasificación y regresión complejas.
  - **Redes Convolucionales** (CNNs): Especializadas en procesamiento de imágenes, con capas convolucionales y pooling.
  - **Redes recurrentes** (RNN): manejan datos secuenciales, como texto y series de tiempo, con unidades de memoria como LSTM y GRU.

# RNA - Arquitecturas de Redes Neuronales



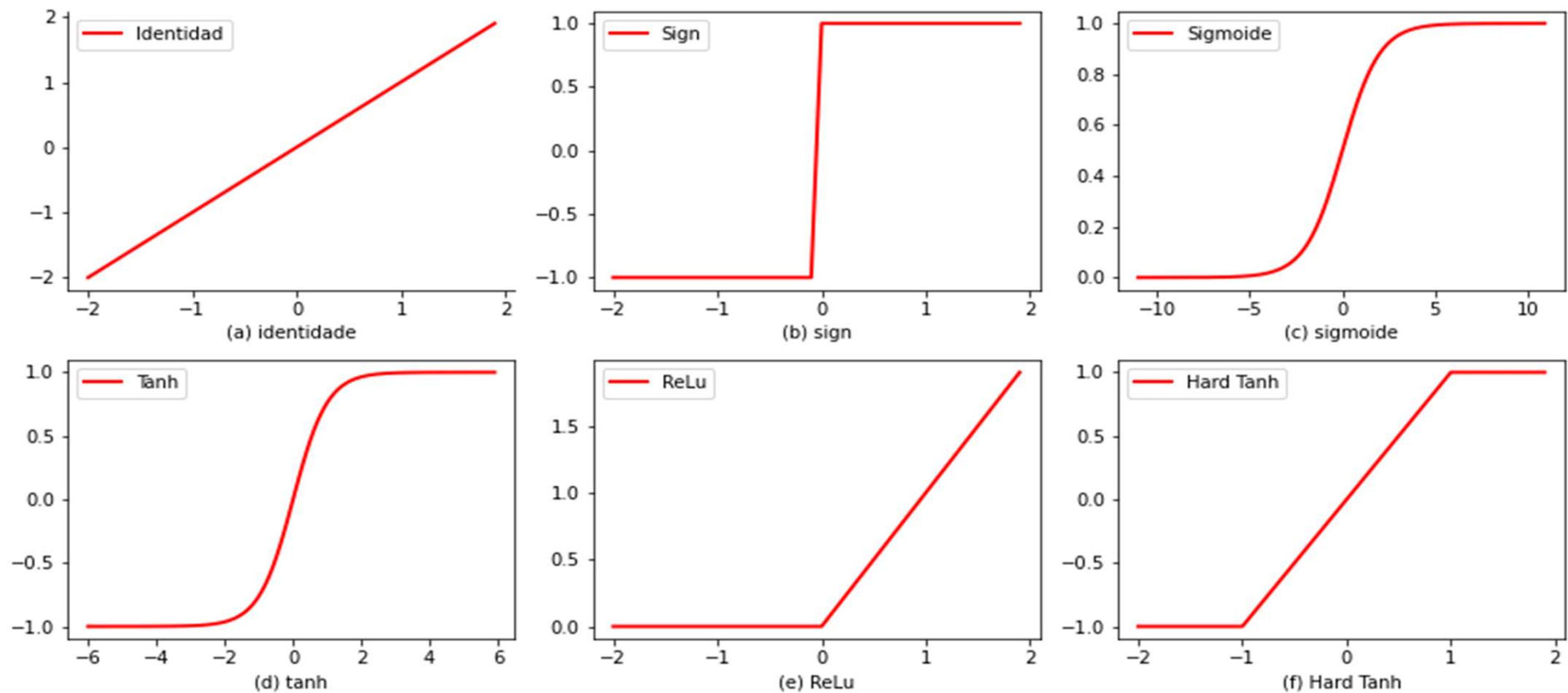
<https://medium.com/data-hackers/deep-learning-do-conceito-%C3%A0s-aplica%C3%A7%C3%B5es-e8e91a7c7eaf>

# RNA - La primera red neural – modelo matemático

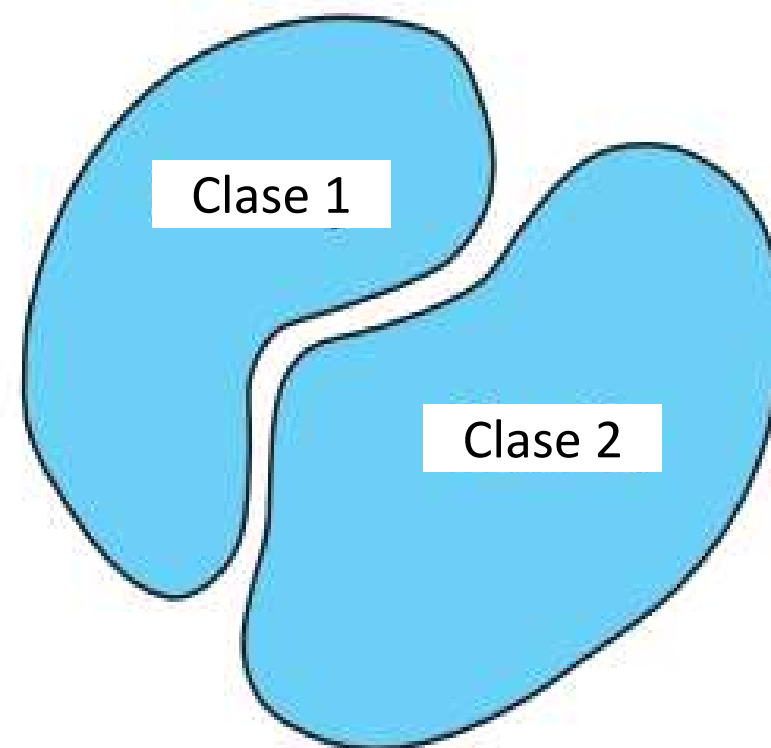
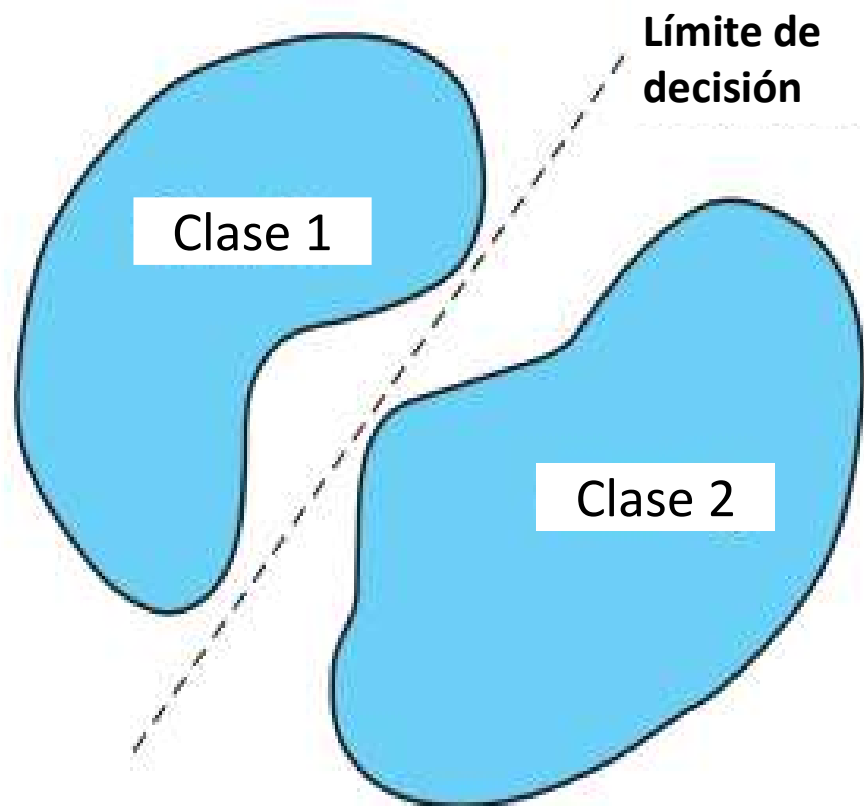




# Funciones de Activación



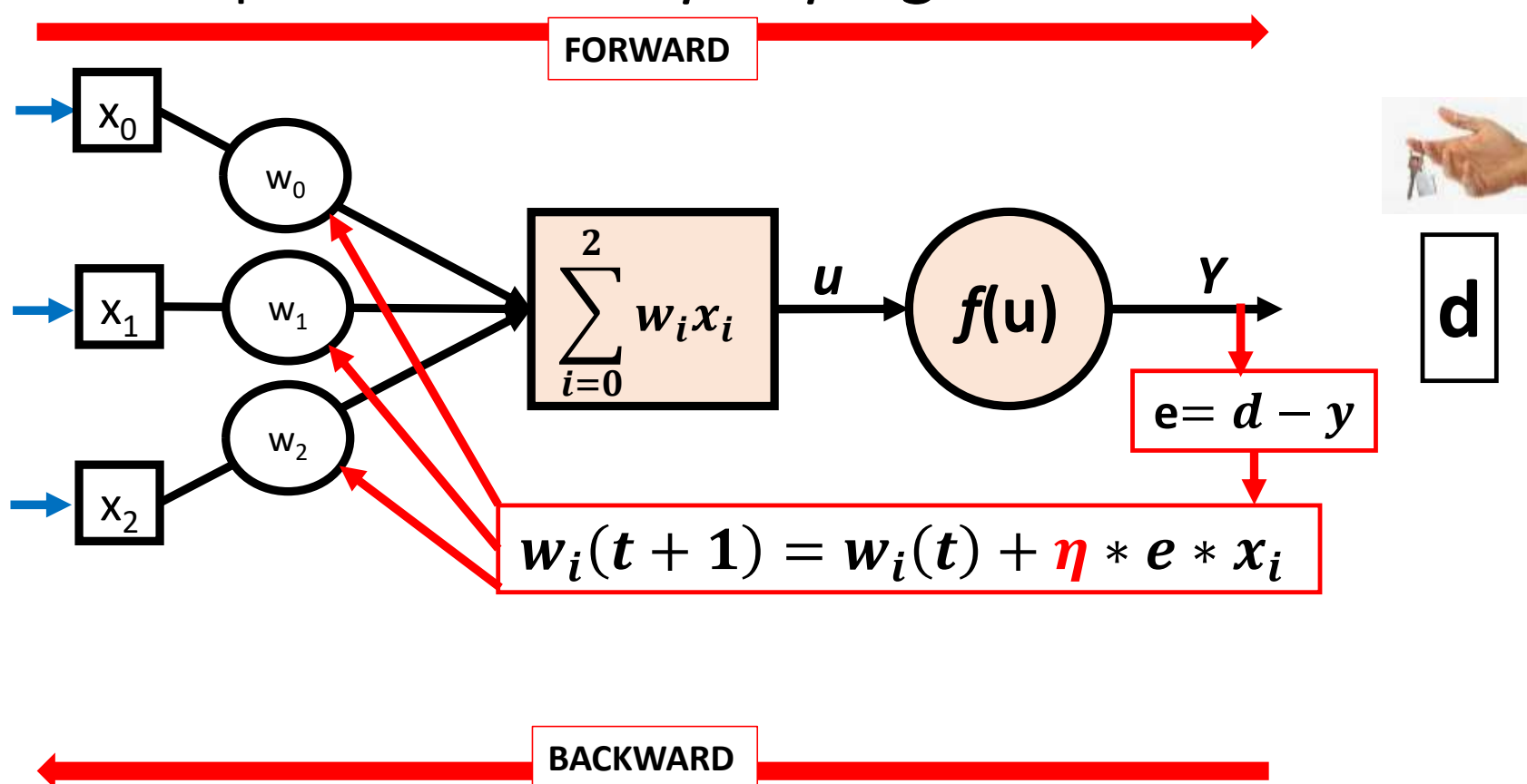
# Hiperplano



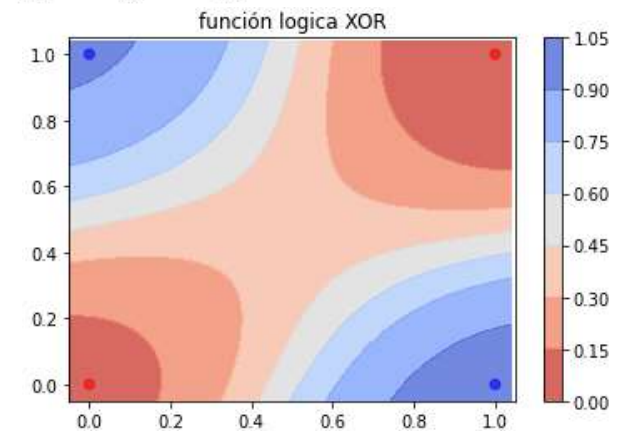
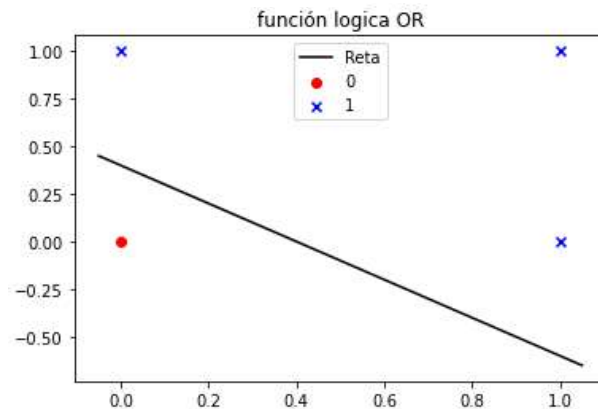
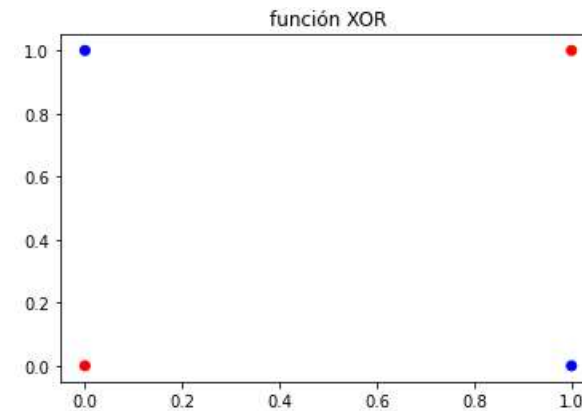
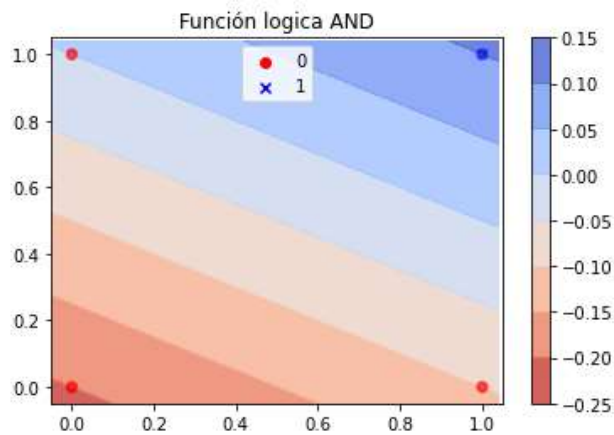
# RNA - Algoritmos

- El aprendizaje en redes neuronales se realiza mediante **algoritmos que ajustan los pesos** de las conexiones entre neuronas.
- Los más utilizados son:
  - **Backpropagation**: propaga el error desde la capa de salida a las capas anteriores, ajustando los pesos.
  - **Descenso de gradiente**: Busca el mínimo de la función de error para optimizar el rendimiento de la red.
  - **Adam**: Combina diferentes técnicas para optimizar la velocidad de aprendizaje y la convergencia.

# RNA - Perceptron - *Backpropagation*

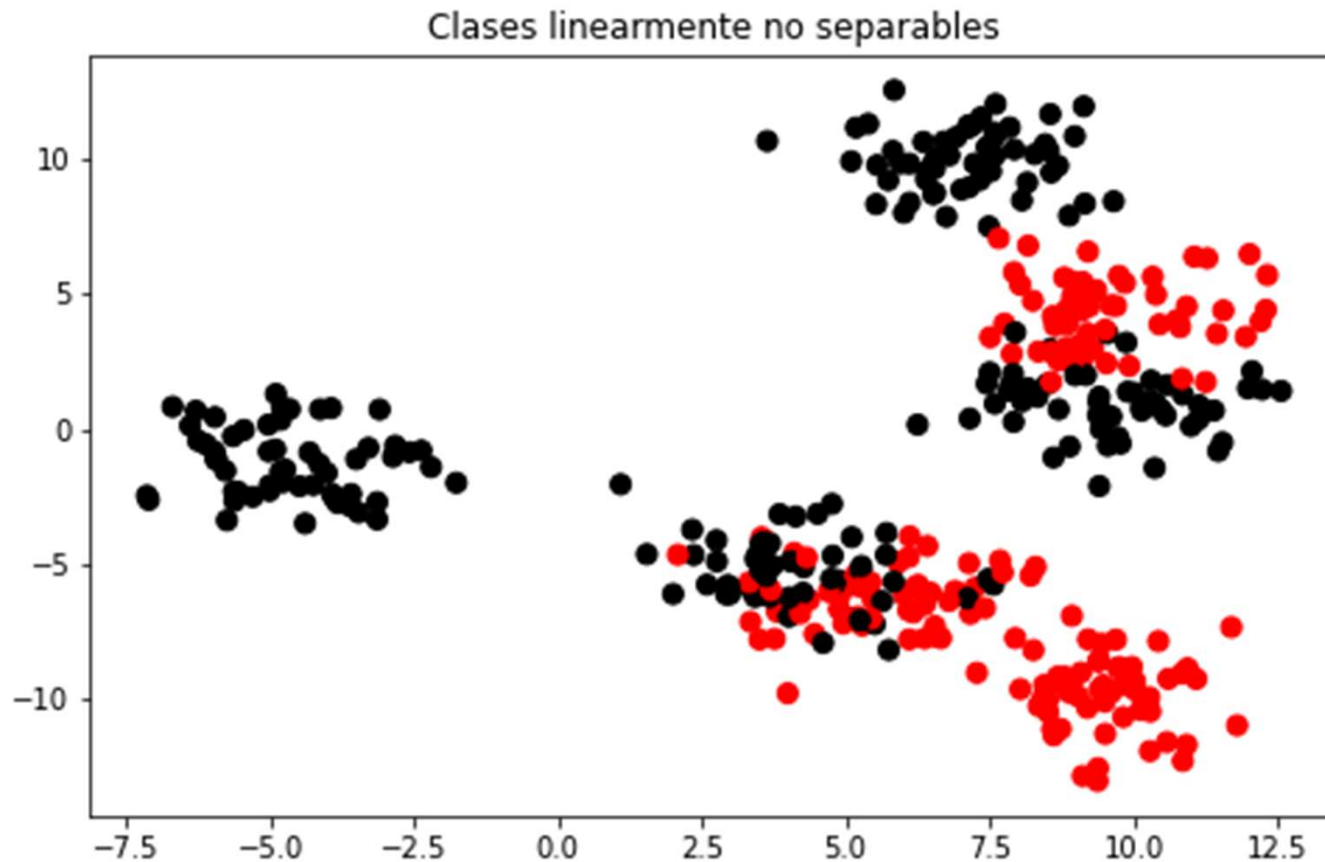


# RNA - Perceptron – Backpropagation - Ejemplo





# RNA - Perceptron – ejemplo - clasificación



# RNA - Aplicaciones

- Las RNA se aplican en varias áreas, tales como:
  - **Visión por computadora:** Reconocimiento facial, detección de objetos, análisis de imágenes médicas.
  - **Procesamiento del lenguaje natural:** traducción automática, reconocimiento de voz, análisis de sentimientos.
  - **Robótica:** Control de robots, planificación de movimientos, reconocimiento de obstáculos.
  - **Finanzas:** Previsión de mercado, análisis de riesgos, detección de fraude.
  - **Atención sanitaria:** diagnóstico de enfermedades, desarrollo de fármacos, análisis de datos médicos.

## RNA – Ventajas

- **Aprendizaje automático:** capacidad de aprender de los datos y mejorar el rendimiento con el tiempo.
- **Adaptabilidad:** Se puede aplicar a diferentes tipos de problemas y conjuntos de datos.
- **Precisión:** Altas tasas de éxito en tareas complejas.
- **Eficiencia:** Procesamiento rápido de grandes volúmenes de datos.

## Desventajas

- **Complejidad:** dificultad para interpretar y explicar las decisiones de la red.
- **Requisito de datos:** necesidad de grandes conjuntos de datos para la capacitación.
- **Tiempo de entrenamiento:** entrenar redes grandes puede ser lento y costoso desde el punto de vista computacional.
- **Riesgo de sesgo:** susceptibilidad a sesgos en los datos, que pueden conducir a resultados discriminatorios.

# RNA – Tendencias y avances

- El área de las redes neuronales está en constante evolución, con nuevas investigaciones y avances en:
  - **Aprendizaje profundo:** Aprendizaje profundo con redes complejas multicapa.
  - **Aprendizaje por refuerzo:** Capacitación de redes para la toma de decisiones en entornos dinámicos.
  - **Neurociencia computacional:** Inspiración en el funcionamiento del cerebro para el desarrollo de nuevas arquitecturas y algoritmos.

# Modelos de Agrupamiento (MA)

- La minería de datos busca **extraer** conocimiento de grandes conjuntos de datos.
- A diferencia de la clasificación, en esta nueva tarea se desconoce la etiqueta de la clase.
- Una de las tareas más importantes en este proceso es la **agrupación**, que tiene como objetivo organizar los datos en grupos homogéneos según sus características.
- Estudiar manualmente grandes cantidades de datos es costoso, encontrar una manera de dividir los datos en grupos es una tarea esencial.



# MA - Definición

- Los modelos de **clustering** identifican similitudes entre datos y los agrupan en clusters, permitiendo descubrir patrones y estructuras en la información.
- La **agrupación en clusters** es el proceso de agrupar un conjunto de **objetos de datos en múltiples grupos o clusters de modo que los objetos dentro de un cluster tengan una gran similitud, pero sean diferentes de los objetos de otros clusters.**
- Las **diferencias y similitudes** se evalúan en función de los valores de los atributos que describen los objetos y, a menudo, implican medidas de **distancia.**

# MA – Análisis de Clustering

- El análisis agrupamientos (clustering) o simplemente *clustering* es el **proceso de dividir** un conjunto de objetos de datos (u observaciones) en subconjuntos.
- Cada subconjunto es un grupo, de modo que los objetos de un grupo son **similares entre sí**, pero **diferentes a los objetos de otros grupos**.
- El conjunto de clustering resultantes de un análisis de clustering se puede denominar agrupamiento (clustering).
- Depende del contexto, diferentes métodos de agrupación pueden generar diferentes agrupaciones en el mismo conjunto de datos.

# MA - Arquitecturas

- Existen varias arquitecturas de modelos de agrupación:
  - **Jerárquico:** Agrupa los datos jerárquicamente, creando un **dendrograma**.
  - **Particional:** Divide los datos en distintos grupos.
  - **Basado en densidad:** Identifica clústeres en función de la densidad de puntos en el espacio de datos.
  - **Basado en conectividad:** Agrupa datos en función de la conectividad entre puntos.

# MA - Algoritmos

- Los algoritmos de clustering más utilizados son:
  - **K-means**: agrupa los datos en K grupos, minimizando la distancia entre los puntos y el centroide del grupo.
  - **Jerárquico aglomerativo**: combina los clústeres más cercanos de forma iterativa.
  - **DBSCAN**: Identifica clústeres según la densidad de puntos en el espacio de datos.
  - **OPTICS**: Identifica clusters en función de la conectividad entre puntos.

Imp. Python: <https://scikit-learn.org/stable/modules/clustering.html#>

# MA - Aplicaciones

- Los modelos de agrupación se aplican en varias áreas, tales como:
  - **Marketing:** Segmentación de clientes para campañas específicas.
  - **Finanzas:** Detección de fraude y análisis de riesgos.
  - **Salud:** Diagnóstico de enfermedades y análisis de datos médicos.
  - **Bioinformática:** Análisis de genes y proteínas.



## MA – Ventajas

- Descubrir patrones y estructuras en los datos.
- Simplificando el análisis de datos.
- Identificación de valores atípicos.
- Predecir el comportamiento futuro.

## Desventajas

- Elección de algoritmo y parámetros.
- Interpretación de resultados.
- Sensibilidad al ruido en los datos.

# MA – Consideraciones éticas

- Es importante considerar los aspectos éticos del uso de modelos de agrupación, tales como:
  - **Privacidad:** Protección de los datos personales utilizados en los modelos.
  - **Transparencia:** Explicabilidad de resultados y criterios de agrupación.
  - **Responsabilidad:** Identificación de responsables de fallas y sesgos en los resultados.

# MA – Tendencias y avances

- El área de los modelos de clustering está en constante evolución, con nuevas investigaciones y avances en:
  - **Aprendizaje automático:** integración de técnicas de aprendizaje automático para mejorar el rendimiento del modelo.
  - **Clustering en tiempo real:** Desarrollo de algoritmos para procesar datos en tiempo real.
  - **Interpretabilidad:** Desarrollo de métodos para explicar los resultados del modelo de una manera más clara y transparente.

# MA – Conclusiones

- Los modelos de clustering son poderosas herramientas para el análisis de datos, con diversas aplicaciones en diferentes áreas.
- A pesar de sus ventajas, es importante ser consciente de sus desventajas y consideraciones éticas.
- A medida que avance la investigación y se desarrollen nuevas técnicas, los modelos de agrupación seguirán siendo herramientas importantes para descubrir conocimiento en grandes conjuntos de datos.

# Bibliografía

- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.
- Haykin, S. (2009). Neural networks and learning machines (3rd ed.). Pearson.
- Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond k-means. Pattern Recognition Letters, 31(8), 651-666.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2011). Data mining: Concepts and techniques (3rd ed.). Morgan Kaufmann.
- Aggarwal, C. C. (2015). Cluster analysis: A survey of recent developments. The Journal of Knowledge Discovery and Data Mining, 29(5), 1023-1078.