



## Modelo de redes neuronales

### Redes neuronales



son una amplia familia de algoritmos que han formado la base de la rama de Data Science e Inteligencia Artificial llamada Deep Learning



Se aplica en áreas como la clasificación de objetos en imágenes, predicción del comportamiento de usuarios, reconocimiento de voz, etc.



Algoritmo que consiste en simular el comportamiento de un cerebro biológico mediante miles de neuronas artificiales interconectadas que se almacenan en filas llamadas capas, formando miles de conexiones.

## Redes neuronales

Una red neuronal es "un nuevo sistema para el tratamiento de la información, cuya unidad básica de procesamiento está inspirada en la célula fundamental del sistema nervioso humano: la neurona".

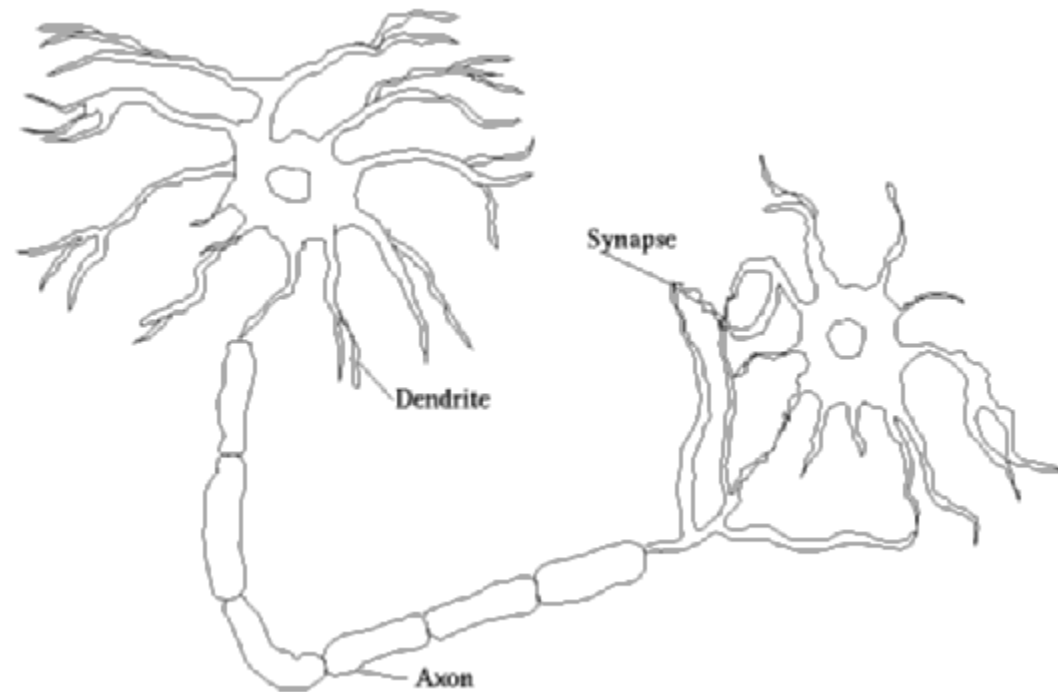
Las neuronas son un componente relativamente simple pero conectadas de a miles forman un poderoso sistema.

## Descripción

- ▶ Unidades de procesamiento que intercambian datos o información.
- ▶ Se utilizan para reconocer patrones, incluyendo imágenes, manuscritos, tendencias financieras, etc.
- ▶ Tienen la capacidad de aprender y mejorar su funcionamiento.

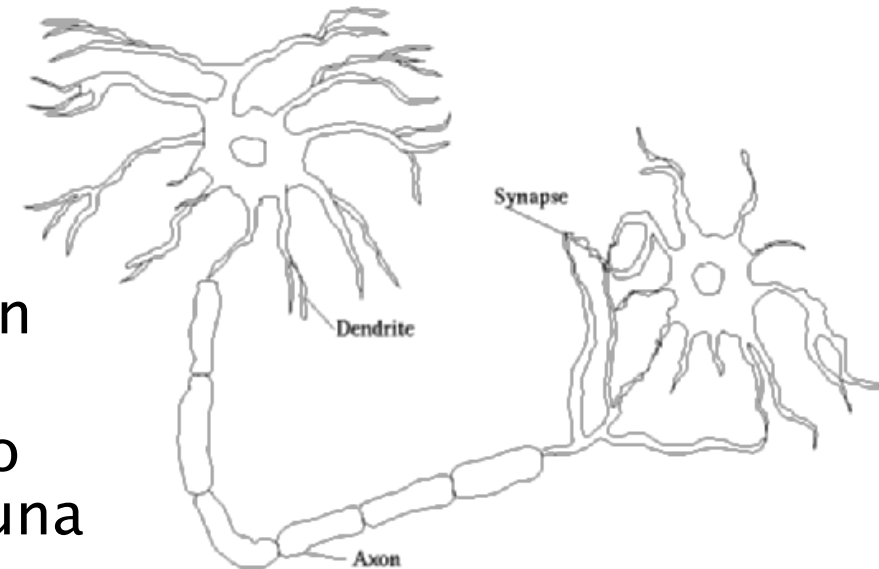
## Fundamento: Método biológico

- ▶ El cerebro humano contiene más de cien mil millones de neuronas.
- ▶ La clave para el procesamiento de la información son las conexiones entre ellas llamadas sinápsis.

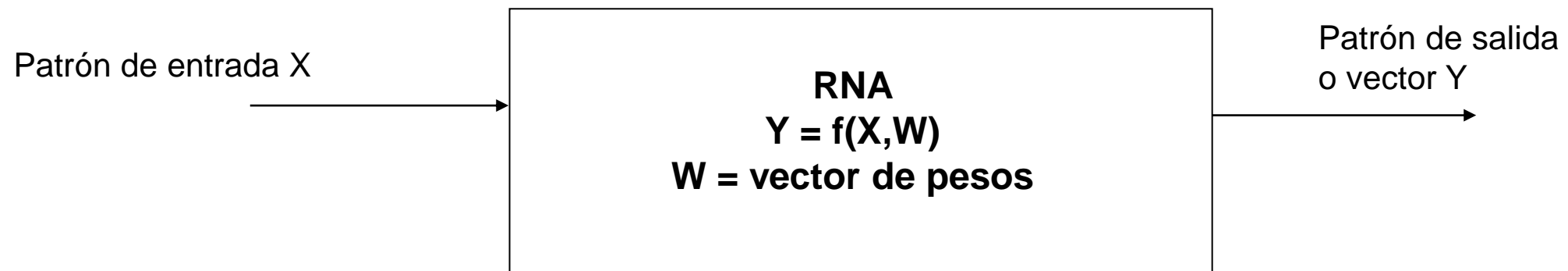


## Fundamento: Método biológico

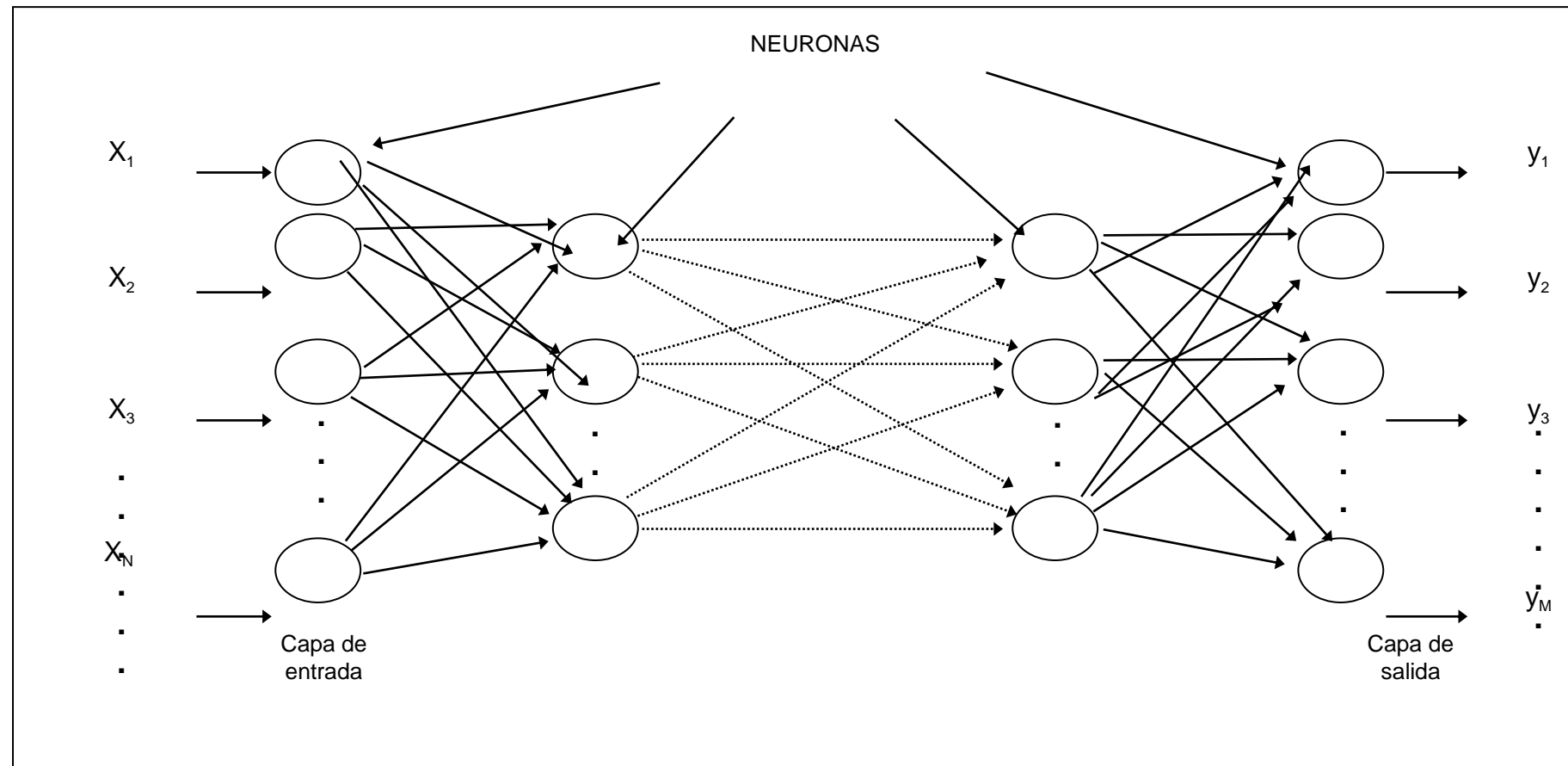
- ▶ Las **dendritas** son la vía de entrada de las señales que se combinan en el cuerpo de la neurona.
- ▶ El **axón** es el camino de salida de la señal generada por la neurona.
- ▶ En las terminaciones de las **sinápsis** se encuentran unas vesículas que contienen unas sustancias químicas llamadas neurotransmisores, que propagan señales electroquímicas de una neurona a otra.
- ▶ La neurona es estimulada por sus entradas y cuando alcanza cierto umbral, se dispara o activa pasando una señal hacia el axón.



# LA RNA REPRESENTADA COMO UN SISTEMA NO LINEAL



# ¿CÓMO ES LA ESTRUCTURA DE UNA RNA?





## ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE UTILIZAR LAS RNA?

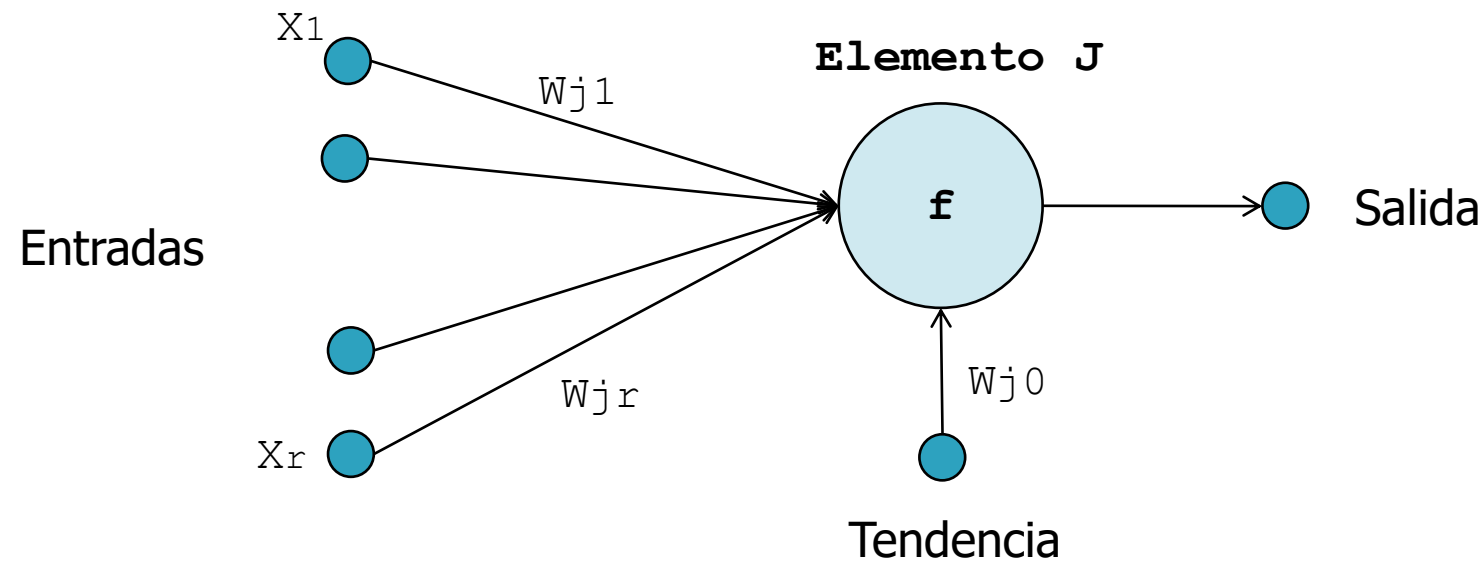
- ***Aprendizaje adaptativo.*** Es la capacidad que tiene para aprender a realizar tareas basadas en un entrenamiento o experiencias iniciales.
- ***Autoorganización.*** Las RNA crean su propia organización o forma de representar la información que recibe en la etapa previa de aprendizaje.
- ***Tolerancia a fallos.*** Si esta red sufre algún daño en forma parcial, conlleva a una degradación en su estructura; pero a pesar de esto, se conserva algunas de las capacidades de esta.
- ***Operación en tiempo real.*** Para minimizar el tiempo de funcionamiento requerido en una RNA, esta puede ser descompuesta en sub-redes y así acoplarlas de manera que su funcionamiento se realice en forma paralela, disminuyendo ostensiblemente el tiempo requerido.



## ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DE UTILIZAR LAS RNA?

- *Fácil inserción en las tecnologías existentes.* Las RNA, son de fácil implementación en muchas tecnologías existentes, aumentando la eficiencia y eficacia de cualquier de estas.
- Una de las aplicaciones más extendidas de las RNA, y de la que se ha comprobado que es un campo apropiado, es la clasificación y reconocimiento de patrones que se deriva a partir de la capacidad de la generalización de la red, la cual ***aprende*** una serie de modelos originales de diferente clase, para que posteriormente sea capaz de determinar a la clase a la que pertenecen otras entradas distintas a los patrones ***aprendidos***.

- Modelo de neurona artificial (elemento de procesamiento)
  - $X$ : entradas
  - $W$ : pesos
  - $f$ : función de activación



## FUNCIÓN DE SALIDA O TRANSFERENCIA

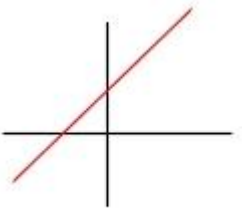
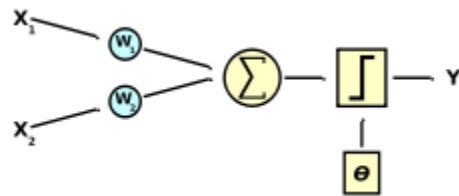
Entre las unidades o neuronas que forman una red neuronal artificial existe un conjunto de conexiones que unen unas a otras. Cada unidad transmite señales a aquellas que están conectadas con su salida. Asociada con cada unidad  $U_i$  hay una función de salida, que transforma el estado actual de activación  $y_i(t)$  en una señal de salida  $a_i(t)$ ; es decir:  $f_i(a_i(t))$

$$y_i(t) = f_i(a_i(t))$$

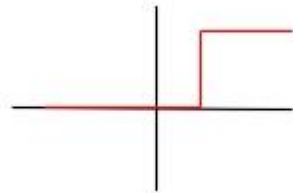
## La Función de Activación

La salida NET es generalmente utilizada más adelante por una función de activación que denominaremos F para producir la señal de salida del perceptrón, denominada OUT. Esta función puede ser de distintos tipos:

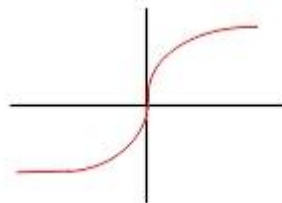
1. **Lineal**:  $OUT = K * NET$  (siendo k una constante numérica)



2. **Umbral (Abrupta, binaria)**: La salida es 1 si  $NET > K$  y 0 en otro caso



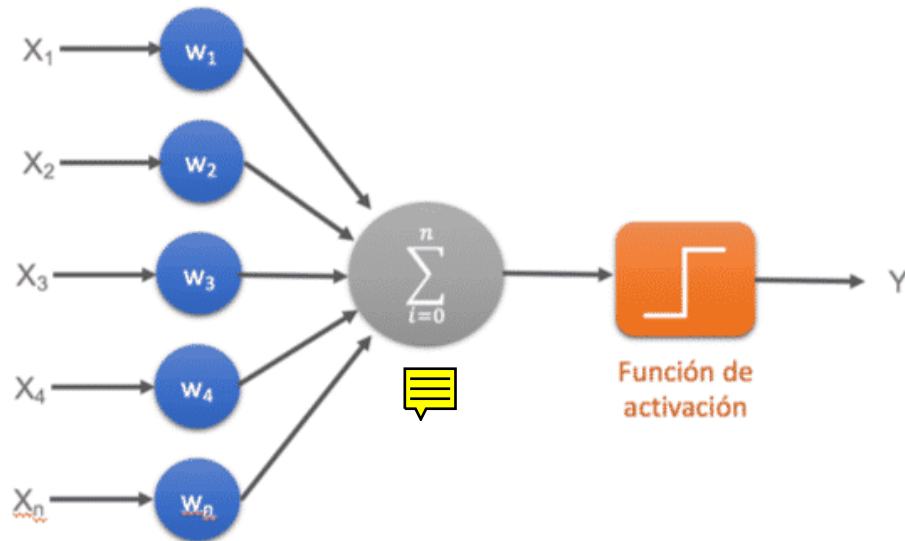
3. **Sigmoidea (Continúa)**: Es la función que más se parece a las características de transferencia no lineal de la neurona biológica y permite funciones de red más generales. Esta función además comprime el rango de NET, por lo que pertenece al tipo de funciones de aplastamiento



## CLASIFICACIÓN DE LAS REDES NEURONALES

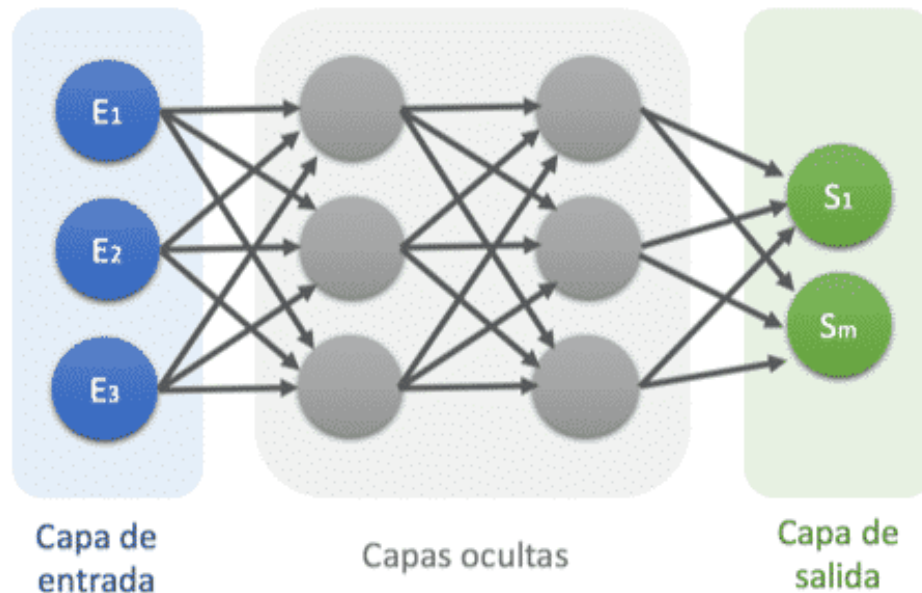
### Red neuronal Monocapa – Perceptrón simple

La **red neuronal monocapa** se corresponde con la red neuronal más simple, está compuesta por una capa de neuronas que proyectan las entradas a una capa de neuronas de salida donde se realizan los diferentes cálculos.



### Red neuronal Multicapa – Perceptrón multicapa

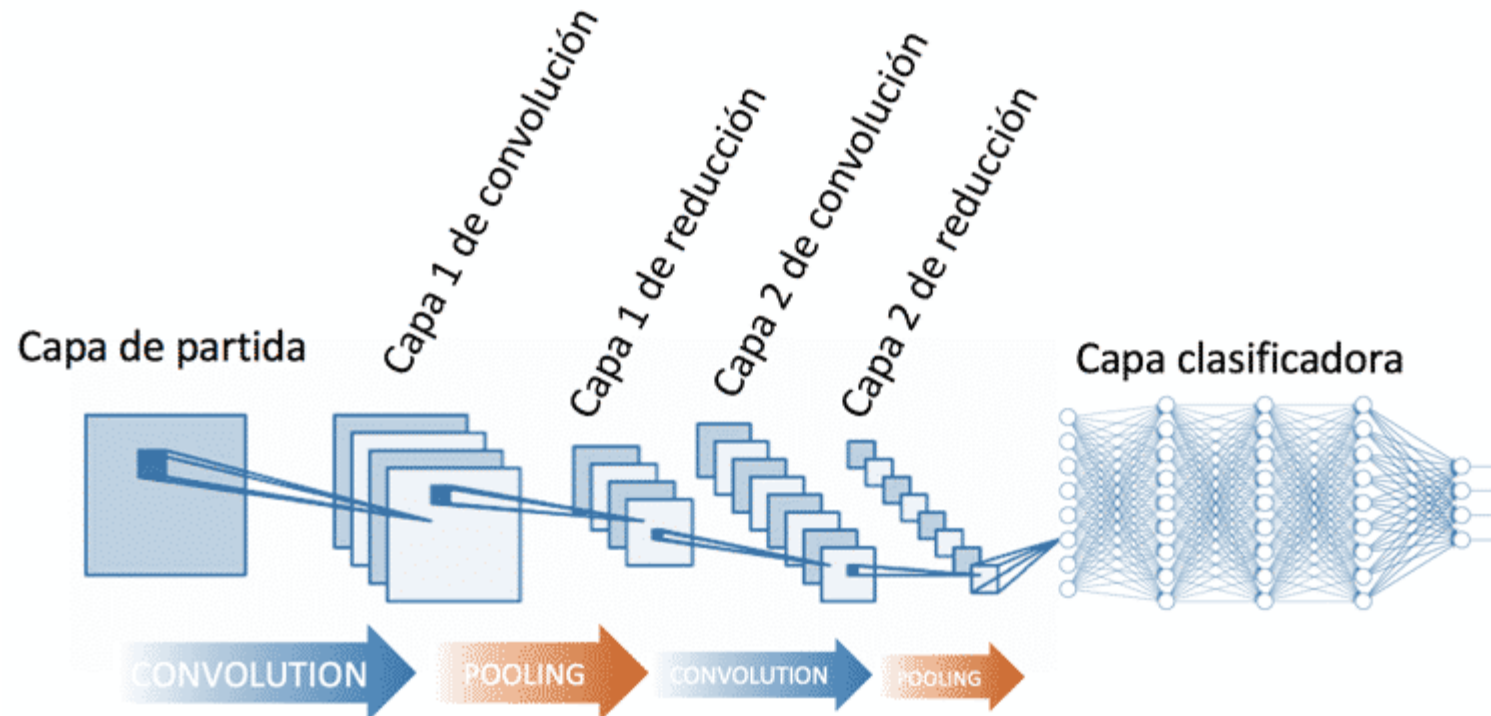
Es una generalización de la red neuronal monocapa, la diferencia reside en que la red neuronal monocapa está compuesta por una capa de entrada y una capa de neuronas de salida, esta dispone de un conjunto de capas intermedias (capas ocultas) entre la capa de entrada y la de salida. Dependiendo del número de conexiones que presente la red esta puede estar total o parcialmente conectada.



## CLASIFICACIÓN DE LAS REDES NEURONALES

### Red neuronal Convolutiva (CNN)

La principal diferencia de la **red neuronal convolutiva** con el perceptrón multicapa viene en que cada neurona no se une con todas y cada una de las capas siguientes sino que solo con un subgrupo de ellas (se especializa), con esto se consigue reducir el número de neuronas necesarias y la complejidad computacional necesaria para su ejecución.

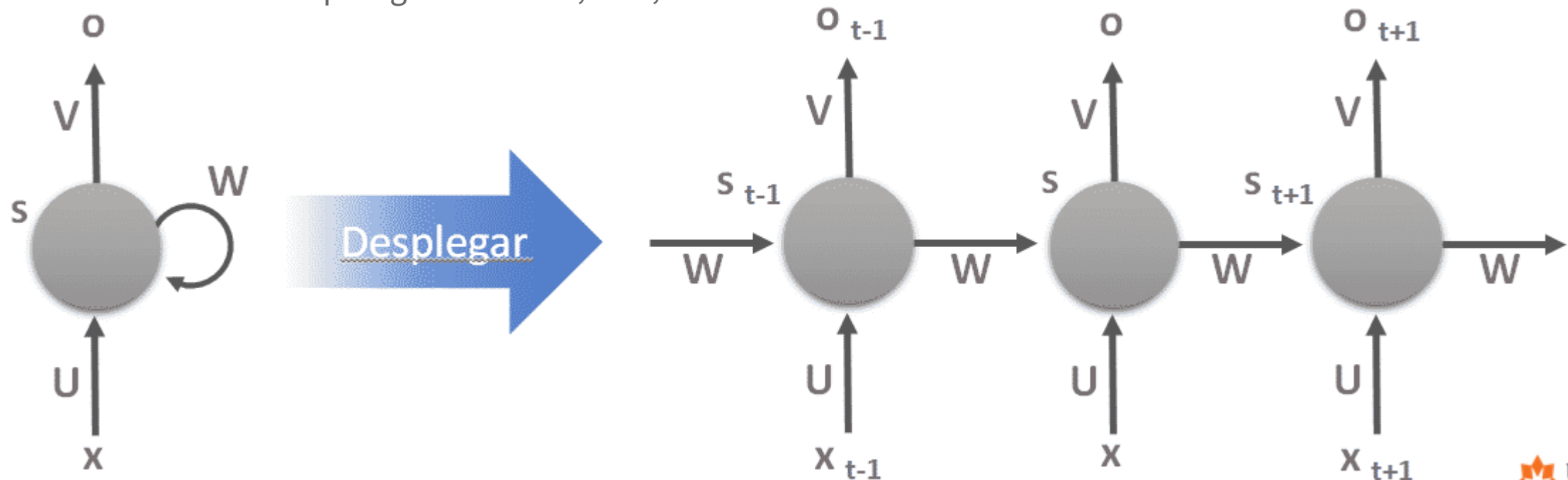


## CLASIFICACIÓN DE LAS REDES NEURONALES

### Red neuronal recurrente (RNN)

Las redes neuronales recurrentes no tienen una estructura de capas, sino que permiten conexiones arbitrarias entre las neuronas, incluso pudiendo crear ciclos, con esto se consigue crear la temporalidad, permitiendo que la red tenga memoria.

Los datos introducidos en el momento  $t$  en la entrada, son transformados y van circulando por la red incluso en los instantes de tiempo siguientes  $t + 1, t + 2, \dots$





## ¿CUÁLES SON LAS REGLAS DE APRENDIZAJE?

Distintos criterios determinan lo que se conoce como la *regla de aprendizaje* de la red. De forma general, se suelen considerar dos tipos de reglas: las que responden a lo que habitualmente se conoce como aprendizaje *supervisado*, y las correspondientes a un aprendizaje *no supervisado*.

# Tipo de Aprendizaje

Depende si se necesita o no un conjunto de entrenamiento supervisado

- **Aprendizaje supervisado:** necesitan datos clasificado perceptrón simple, red Adaline, perceptrón multicapa y memoria asociativa bidireccional.
- **Aprendizaje no supervisado o autoorganizado:** no necesitan de tal conjunto previo. Memorias asociativas, redes de Hopfield, máquina de Boltzman y máquina de Cauchy, redes de aprendizaje competitivo, redes de Kohonen, redes de resonancia adaptativa (ART)
- **Redes híbridas:** son un enfoque mixto en el que se utiliza una función de mejora para facilitar la convergencia. Redes de base radial.

# APLICACIONES

- ▶ Se usan para el **reconocimiento de patrones**.
- ▶ Problemas donde más importante es el patrón que los datos exactos.

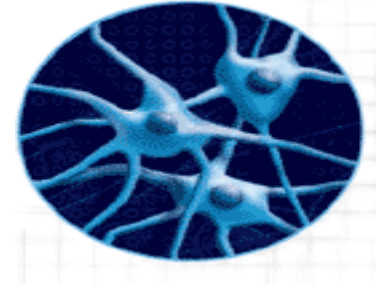
- ▶ Aplicaciones:

1. **Clasificación.**

2. **Predicción**

3. **Clustering (Agrupamiento)**

4. **Aproximación de curvas**



## EQUIVALENCIAS EN LA TERMINOLOGÍA ESTADÍSTICA Y DE RNA

Terminología estadística	Terminología de redes neuronales
Observación	Patrón
Muestra	Datos de entrenamiento
Muestra de validación	Datos de validación, test
Variables explicativas	Variables de entrada
Variable de respuesta	Variable de salida
Modelo	Arquitectura
Residual	Error
Error aleatorio	Ruido
Estimación	Entrenamiento, aprendizaje
Interpolación	Generalización
Interacción	Conexión funcional
Coeficientes	Pesos de conexión
Constante	Peso umbral
Regresión y análisis discriminante	Aprendizaje supervisado o heteroasociación
Reducción de datos	Aprendizaje no supervisado o autoasociación
Análisis de cluster	Aprendizaje competitivo

## EQUIVALENCIAS ENTRE MODELOS ESTADÍSTICOS Y MODELOS DE RNA

Modelo estadístico	Modelo de red neuronal
Regresión lineal múltiple	Perceptrón simple con función lineal
Regresión logística	Perceptrón simple con función logística
Función discriminante lineal	Perceptrón simple con función umbral
Regresión no lineal múltiple	Perceptrón multicapa con función lineal en la salida
Función discriminante no lineal	Perceptrón multicapa con función logística en la salida
Análisis de componentes principales	Regla de Oja
Análisis de clusters	Perceptrón multicapa autoasociativo
K vecinos más cercanos	Mapas autoorganizados de Kohonen
Regresión kernel	Learning Vector Quantization (LVQ)
	Funciones de Base Radial (RBF)