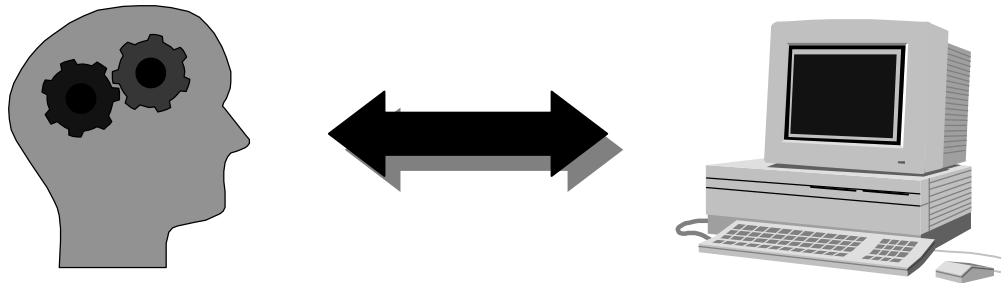


# Introducción a las Redes Neuronales

- ✓ Excepto en las tareas basadas en el cálculo aritmético simple, actualmente, el cerebro humano es superior a cualquier computador:
  - ✗ Reconocimiento de imágenes,
  - ✗ Interpretación de sonidos,
  - ✗ En general en tareas de percepción, etc.
- ✓ Ningún algoritmo conocido es capaz de emular de manera flexible estas funciones.

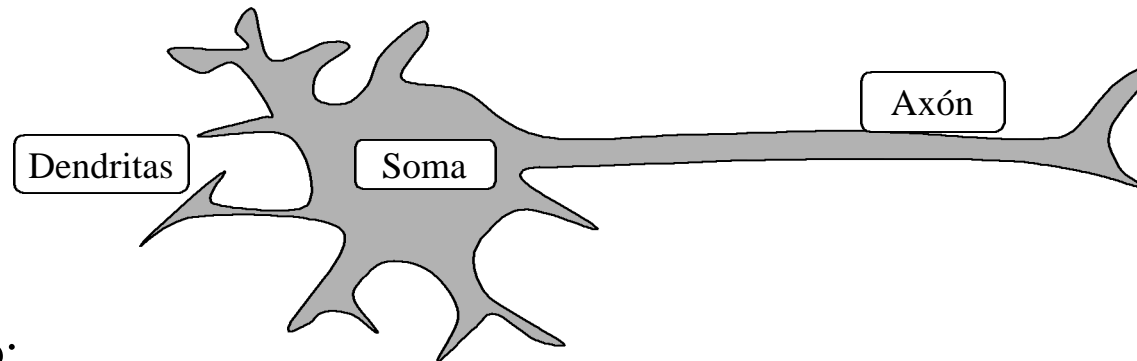


- ✓ Características del cerebro:
  - ✗ Robusto. Su funcionamiento no se ve alterado ante fallos de pequeña importancia.
  - ✗ Flexible. Se adapta con facilidad a un entorno cambiante.
  - ✗ Puede tratar con información ambigua o incompleta.
  - ✗ Pequeño, compacto y consume poca potencia.

- ✓ Las Redes Neuronales surgen como un intento de desarrollar sistemas que emulen las características del cerebro, para conseguir su sofisticada capacidad de procesamiento de información.
- ✓ Sistemas *convencionales* de Inteligencia Artificial frente a las Redes Neuronales:
  - ✗ Los sistemas *convencionales* de IA pretenden modelar las funciones de la mente humana con **independencia** de la **estructura física** en el que está basada (cerebro).
  - ✗ Para las redes neuronales la inteligencia surge de la interacción de millones de células nerviosas que componen el cerebro.
- ✓ La pretensión de las Redes Neuronales es sintetizar un sistema que realice la estructura neuronal del cerebro y desarrolle un equivalente algorítmico de los procesos de reconocimiento y aprendizaje. (Realidad, imitación de las capacidades del cerebro).
- ✓ Definición:
  - ✗ Una red neuronal es una estructura de procesamiento de información paralela y distribuida, que intenta emular las funciones computacionales elementales de la red nerviosa del cerebro humano, en base a la interconexión de multitud de elementos de procesamiento, cada uno de los cuales presenta un comportamiento completamente local.

# Descripción del Sistema Nervioso

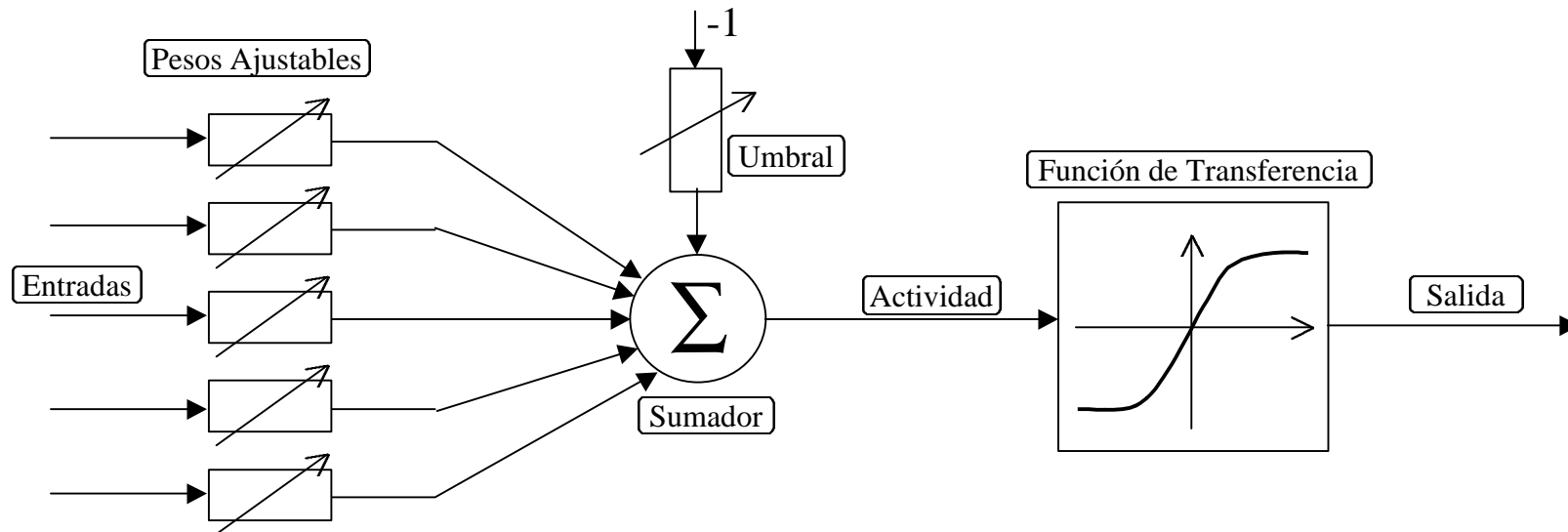
- ✓ El cerebro humano tiene un número de neuronas del orden de  $10^{11}$  (cien mil millones).
- ✓ Estructura básica de una neurona.



- ✓ Funcionamiento:
  - ✗ Cada célula se enlaza con otras células a través de las ramificaciones de su axón.
  - ✗ El enlace se realiza mediante las uniones sinápticas o sinapsis.
  - ✗ El efecto en la célula receptora es la elevación o disminución de un potencial eléctrico dentro del soma. Cuando este potencial alcanza un cierto umbral, la célula emite a su vez un pulso de intensidad y duración determinadas.
- ✓ La velocidad de propagación de las señales en el sistema nervioso es un millón de veces menor que en un computador.
- ✓ Cada neurona está conectada a entre 1.000 y 10.000 neuronas  $\Rightarrow$  El grado de conectividad del cerebro es muchísimo mayor que el del más grande de los supercomputadores actuales.

# Redes Neuronales Artificiales

- ✓ Los modelos de Redes Neuronales Artificiales (RNA), combinan modelos matemáticos de las células nerviosas y modelos de arquitecturas que describen las interconexiones que existen entre estas células.
- ✓ Modelo de funcionamiento de una neurona real:



- ✓ Concebida como un sistema de entrada/salida:

$$y = f\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i - q\right)$$

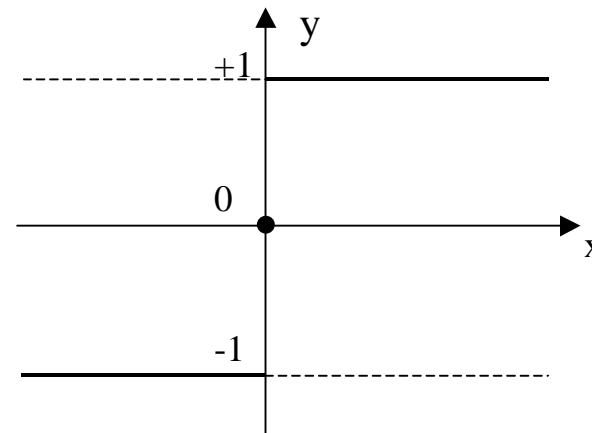
- ✓ Actividad interna de la célula se define como:

$$a = \sum_{i=1}^n w_i x_i - q$$

- ✓ De esta forma la variable 'y' de salida es la intensidad de la señal que emite la célula, que es el valor que toma en la actividad la función de transferencia 'f'.
- ✓ El umbral 'θ' se interpreta como un peso sináptico 'ω<sub>0</sub>' que se aplica a una entrada que vale permanentemente -1.
- ✓ Función de transferencia de una neurona:

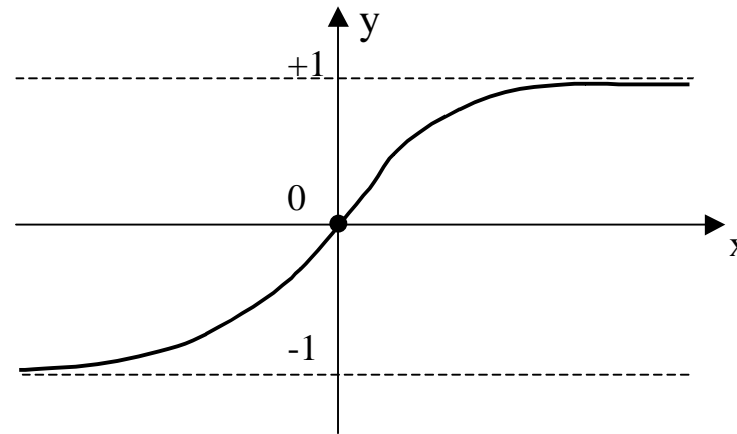
- ✘ Función signo

$$\text{sgn}(t) = \begin{cases} +1 & \text{si } t > 0 \\ 0 & \text{si } t = 0 \\ -1 & \text{si } t < 0 \end{cases}$$



- ✘ La función signo no es derivable en todo punto (0).
- ✘ Función sigmoide:

$$f(t) = \text{th}(at) = \frac{e^{at} - e^{-at}}{e^{at} + e^{-at}}$$



$$\lim_{a \rightarrow \infty} \text{th}(at) = \text{sng}(t)$$

- ✓ La función que cada neurona desarrolla en la red es un elemento básico de procesamiento. Es la **cooperación** de las neuronas la que produce los efectos deseados.
- ✓ Las neuronas de la red se agrupan en capas, recibiendo la misma información que procesan de manera independiente. Sistema masivamente **paralelo**.
- ✓ Memoria a corto plazo: Nivel de actividad de cada neurona.
- ✓ Memoria a largo plazo: Valores de los pesos sinápticos.

# Aprendizaje de una Red Neuronal

- ✓ Diferencia sustancial entre los modos de desarrollo de una red neuronal y una aplicación de software:

**La Red No Se Programa Sino Que Se Entrena**

- ✓ En un computador, el procesamiento de datos se basa en la ejecución de un programa, que no es sino una lista ordenada de instrucciones que realiza un cierto algoritmo.
- ✓ Redes neuronales: Solución para problemas complejos difícilmente programables.
  - ✗ Multitud de elementos muy simples interconectados.
  - ✗ Procesamiento no lineal.
- ✓ Se denomina aprendizaje o entrenamiento de la red al ajuste de los pesos sinápticos, que determina el grado de conexión entre las neuronas de la red.
- ✓ Se distinguen dos tipos de aprendizaje:
  - ✗ Supervisado: Típico de las redes concebidas para el ajuste de datos o la clasificación de items etiquetados.
  - ✗ No-Supervisado: Redes en las que los datos no tienen a priori ninguna clasificación.
- ✓ El número de capas y neuronas de la red se realiza tras una serie de ensayos y observando sus resultados.

# Tipos Básicos de Redes Neuronales

- ✓ Redes Unidireccionales (Feedforward Networks)
  - ✗ Usadas para transformar un conjunto de datos especificado en otro también especificado.
  - ✗ El aprendizaje es supervisado y tiene lugar a través de un proceso de ajuste de los pesos sinápticos de las neuronas de la red.
  - ✗ Su arquitectura típica es de una red multicapa.
  - ✗ Prototipo: Perceptrón multicapa.
- ✓ Redes Recurrentes (Feedback Networks)
  - ✗ Concebidas para almacenar eficientemente información.
  - ✗ La red funciona como un sistema dinámico cuyos puntos de equilibrio representan los registros almacenados.
  - ✗ Su arquitectura típica es la de una red monocapa con una gran realimentación.
  - ✗ Prototipo: Red de Hopfield.
- ✓ Redes Auto-Organizadas (Self-Organizing Networks)
  - ✗ Uso: Estructurar la información que se presenta a la red en conjuntos a priori desconocidos.
  - ✗ El entrenamiento es mediante un aprendizaje no supervisado denominado competitivo.
  - ✗ Cada neurona tiene un cierto grado de conexión con neuronas colaterales.



# Aplicaciones de las Redes Neuronales

- ✓ Clasificación.
  - ✗ Decidir a qué clase, de una serie dada, se asigna un dato de entrada a la red.
- ✓ Asociación.
  - ✗ La red funciona como un proceso de recuperación de un dato a partir de una entrada relacionada con el dato almacenado.
  - ✗ La entrada puede ser una versión incompleta o deformada del dato buscado.
- ✓ Agrupamiento (Clustering).
  - ✗ Utilizada cuando no se conoce una clasificación de los datos de entrada, y se espera que la red genere esta clasificación.
  - ✗ Generación de prototipos.
- ✓ Optimización.
  - ✗ Permite solucionar problemas de optimización de naturaleza complicada.
  - ✗ Las RNA proporcionan un procedimiento rápido para generar una solución subóptima.
- ✓ Predicción y Control.
  - ✗ En tareas de predicción para anticipar el estado futuro de un sistema.
  - ✗ Tareas de control de sistemas dinámicos complejos.