



INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Ing. Mg. Rolando A. Maguiña Pérez

Agenda

❖ Aprendizaje automatizado

- Concepto del aprendizaje
- Tipos de aprendizaje
- Métodos

❖ Redes Neuronales

- Definición
- Neurona biológica y simulada
- Redes Neuronales Artificiales

Bibliografía

❖ Mastering Machine Learning with scikit-learn

Autor: Gavin Hackeling

❖ Introduction to Machine Learning with Python

Andreas C. Müller & Sarah Guido, 2017.

❖ Python Machine Learning

Sebastian Raschka, 2000

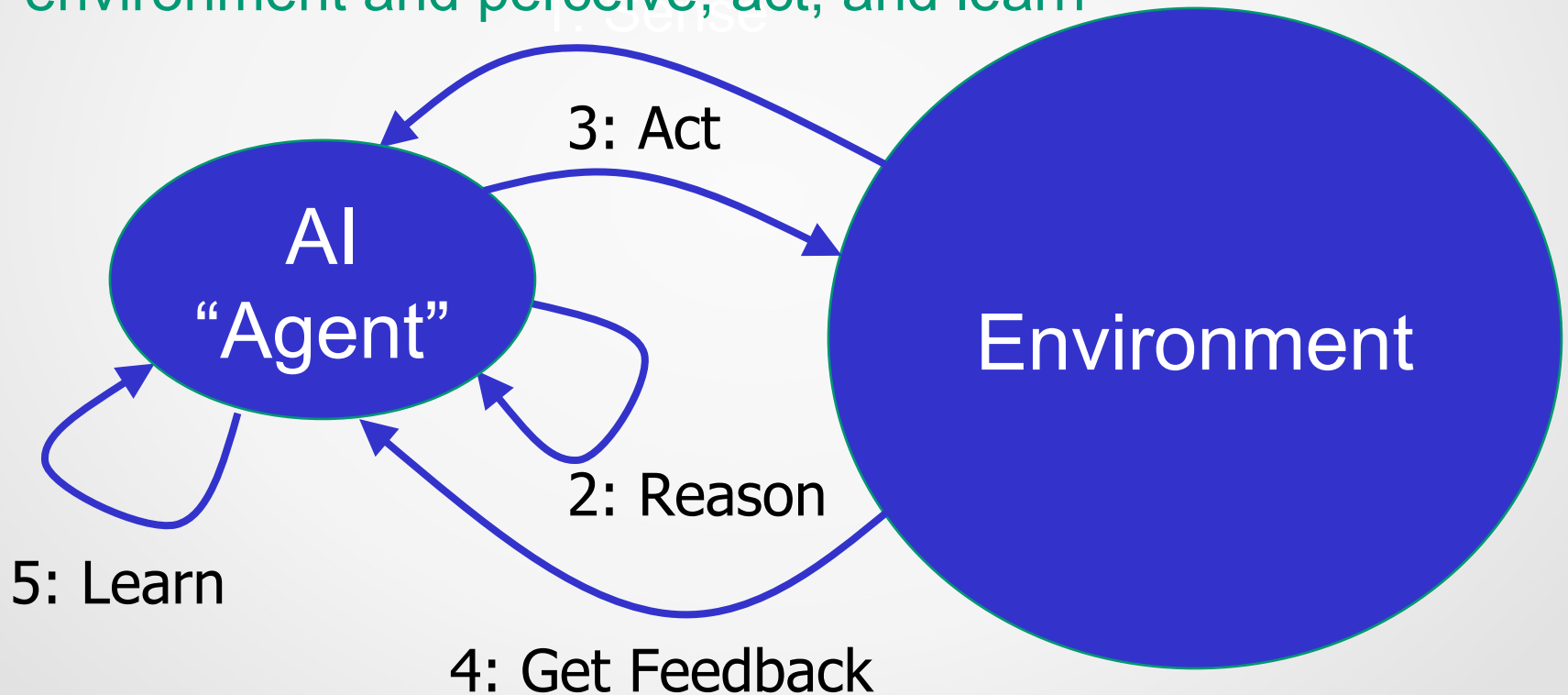
Bibliografía

- ❖ Redes Neuronales y Sistemas Difusos
B. Martín del Brío - A. Sanz Molina, Ed. Alfaomega 2000.
- ❖ Redes Neuronales Artificiales. Fundamentos y modelos
J. Hilera -V. Martínez, Ed. Alfaomega, 2000
- ❖ Neural Networks and Learning Machine (3rd ed.)
S. Haykin. Ed. Addison-Wesley Iberoamerican, 2008

Aprendizaje

Agentes que aprenden

The study of 'agents' that exist in an environment and perceive, act, and learn



What is Learning?



“Learning denotes changes in the system that ... enable the system to do the same task ... more effectively the next time.”

- **Herbert Simon**

“Learning is making useful changes in our minds.”

- **Marvin Minsky**

But remember, cheese and wine
get better over time but don't learn!

Aprendizaje

Componentes básicos en el
paso de aprendizaje

Función target real
(desconocida)
 $f: X \rightarrow Y$

Conjunto de entrenamiento (D)
 $(\mathbf{x}_1, y_1), (\mathbf{x}_2, y_2), \dots, (\mathbf{x}_N, y_N)$

Método de aprendizaje
p.e. RNA, árboles de
decisión, SVM, etc.

Hipótesis predicha,
 $g \approx f$

Conjunto hipótesis (H),
p.e., lineal, cuadrático, ...

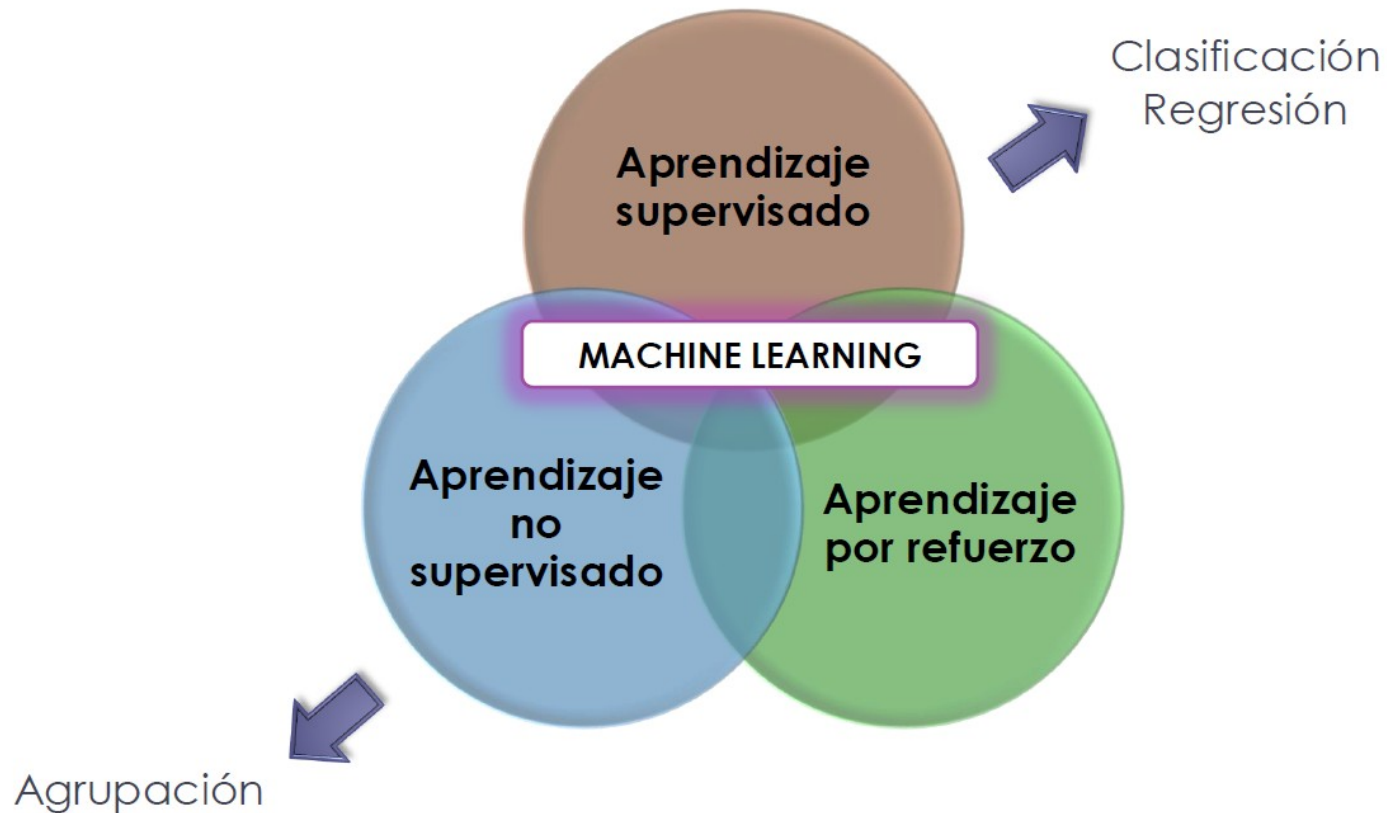
Machine Learning

❖ Definición del Aprendizaje Automático

- Rama de la IA cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender.
- Crear programas capaces de generalizar comportamientos a partir de una información suministrada en forma de ejms

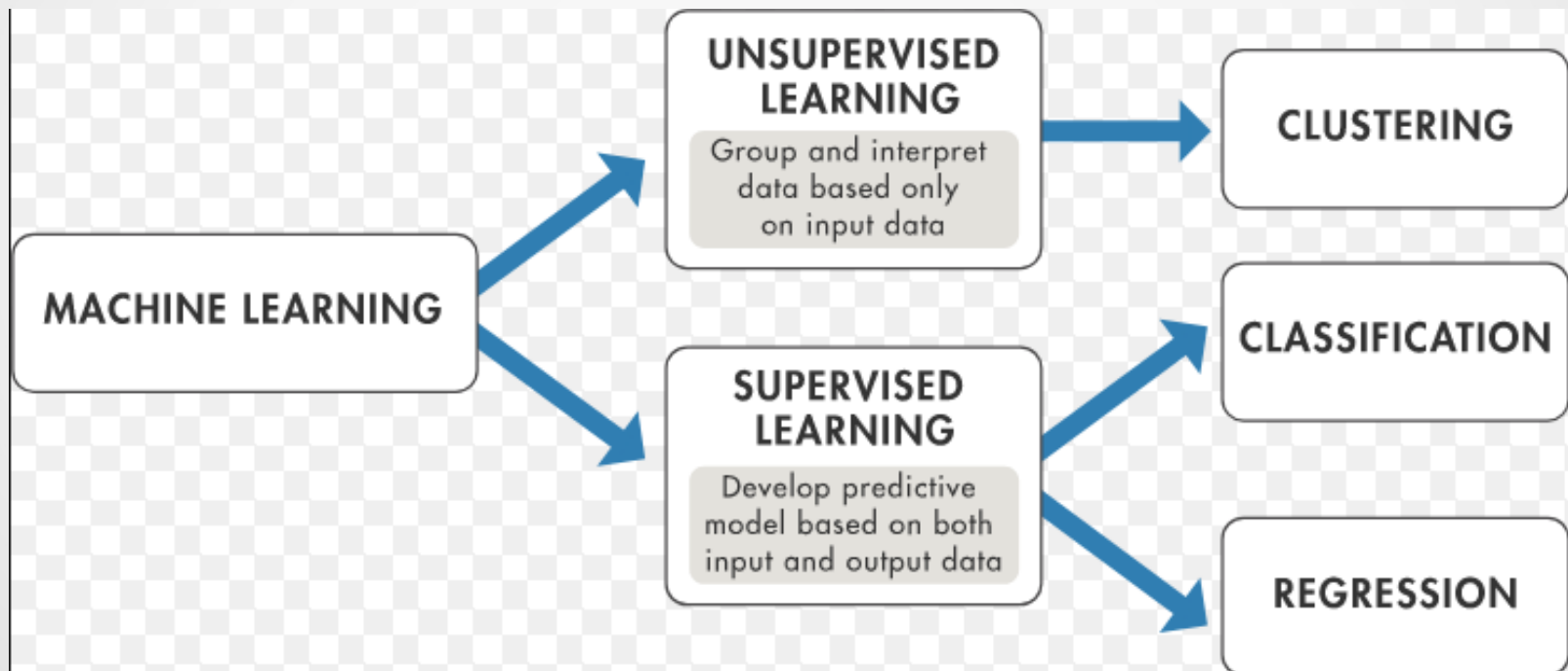
Machine Learning

Tipos de aprendizaje



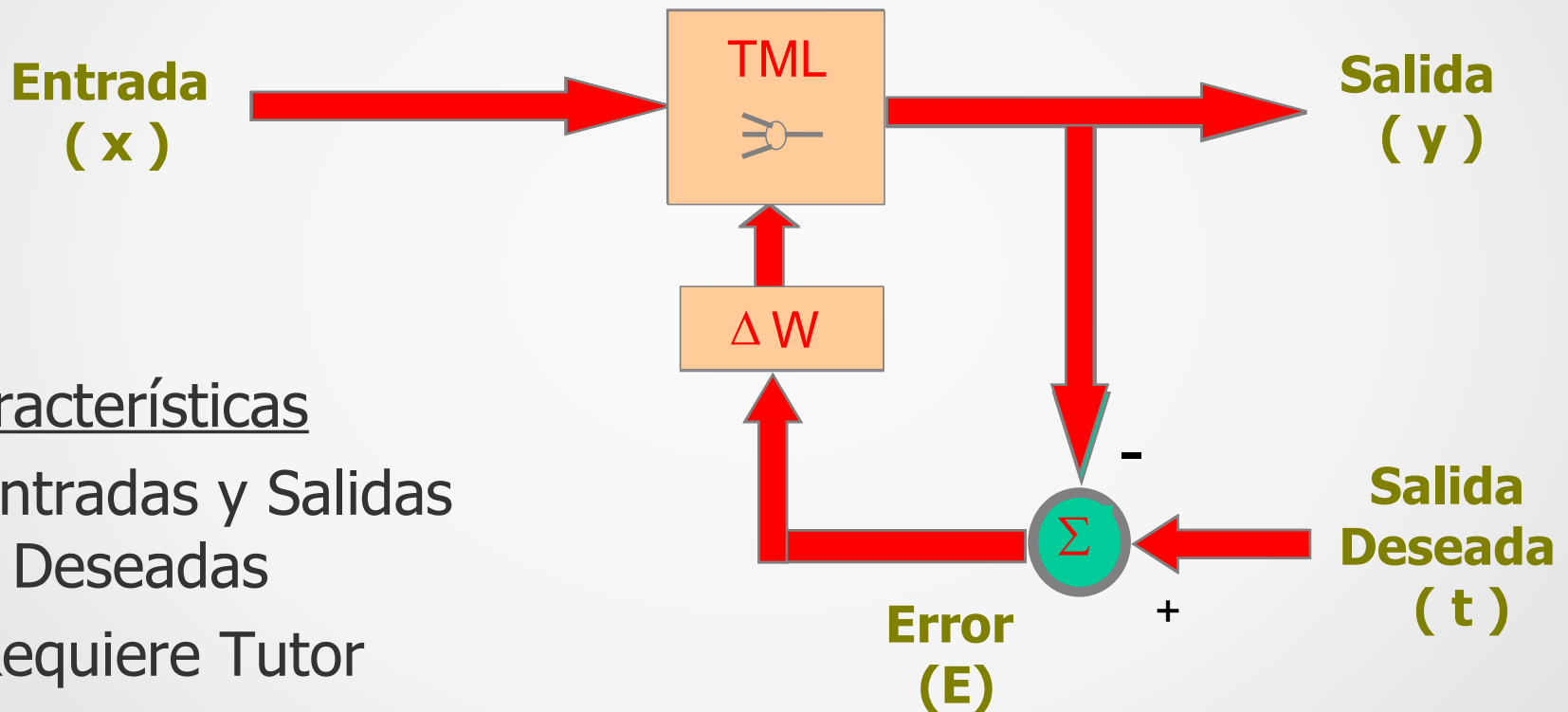
Machine Learning

Tipos de aprendizaje



Tipos de aprendizaje

Aprendizaje supervisado

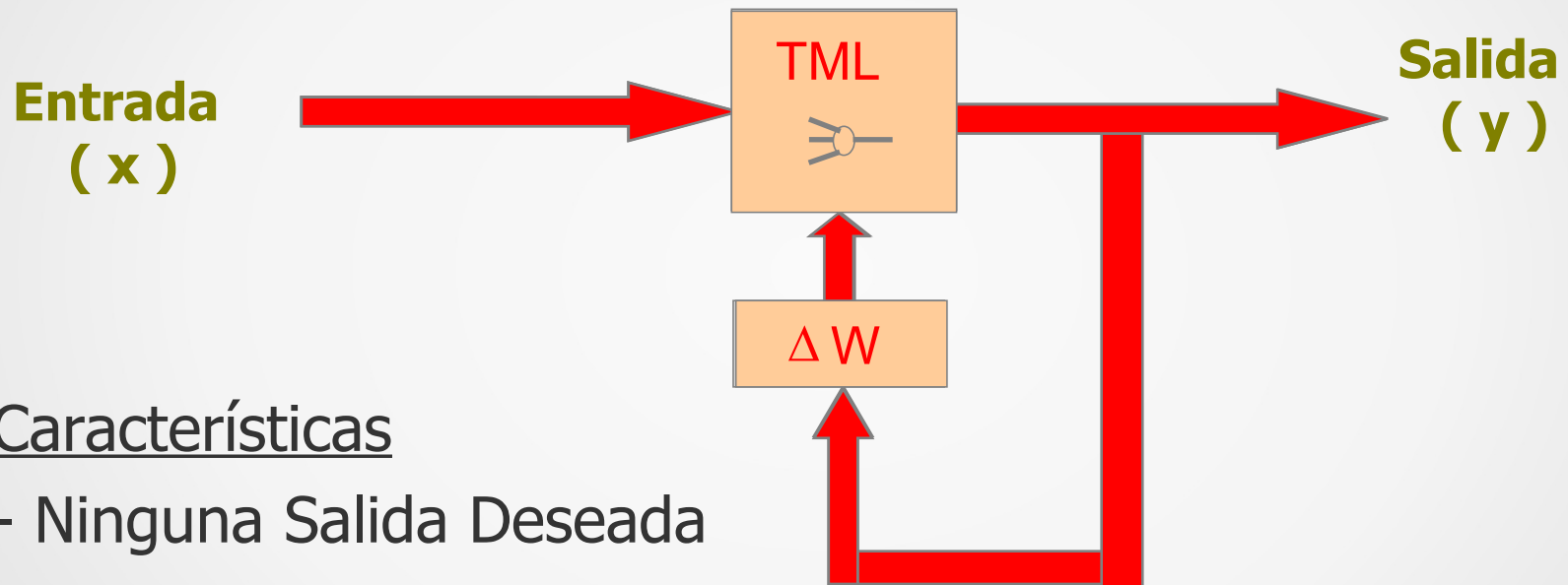


Características

- Entradas y Salidas Deseadas
- Requiere Tutor
- Minimizar el Error

Tipos de aprendizaje

Aprendizaje no supervisado



Características

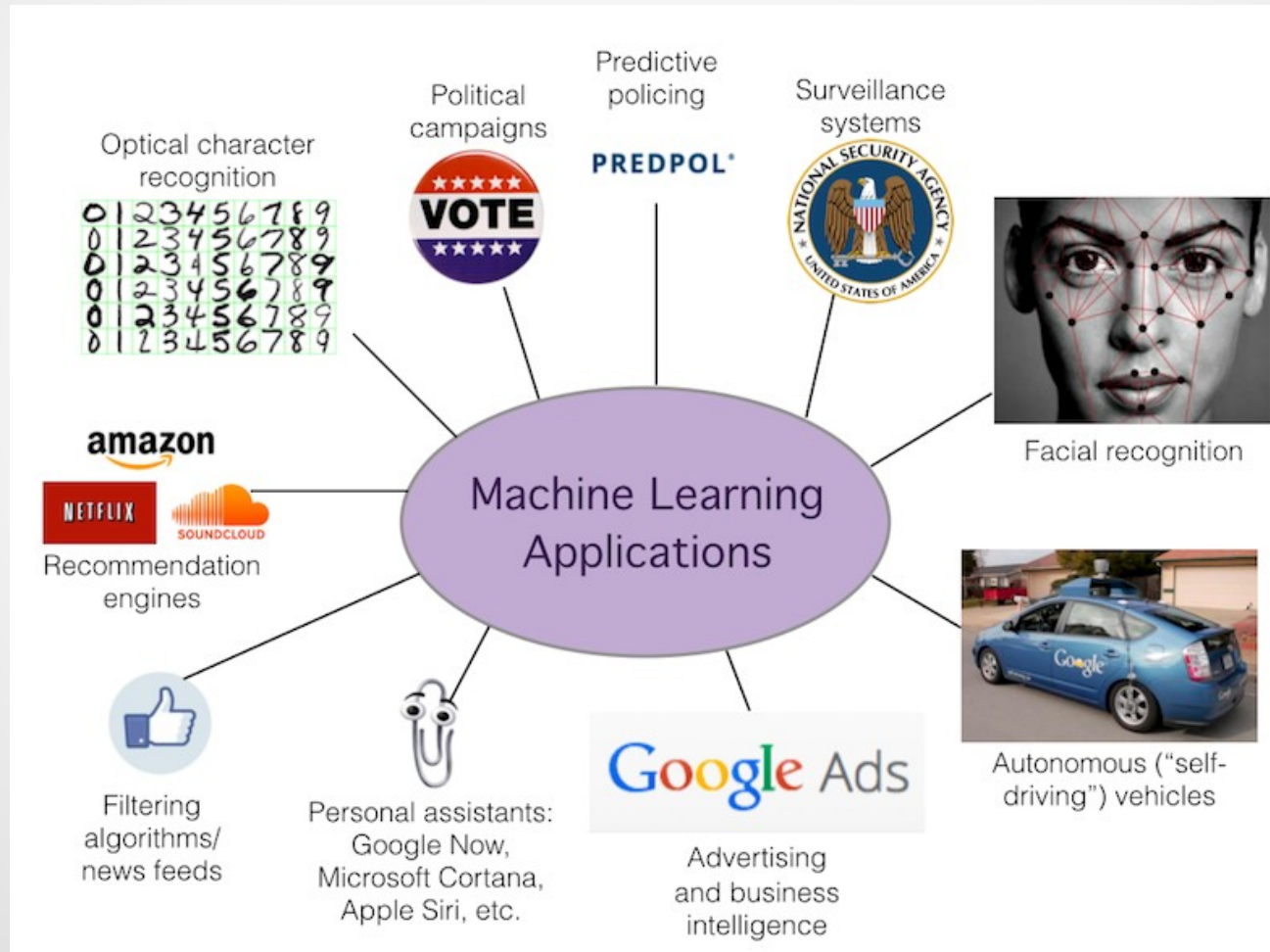
- Ninguna Salida Deseada
- No Requiere Tutor
- **Extrae características de entradas** (Clasificación)
- Se le llama también auto-organizativo



Ing. Mg. Rolando A. Maguiña Pérez

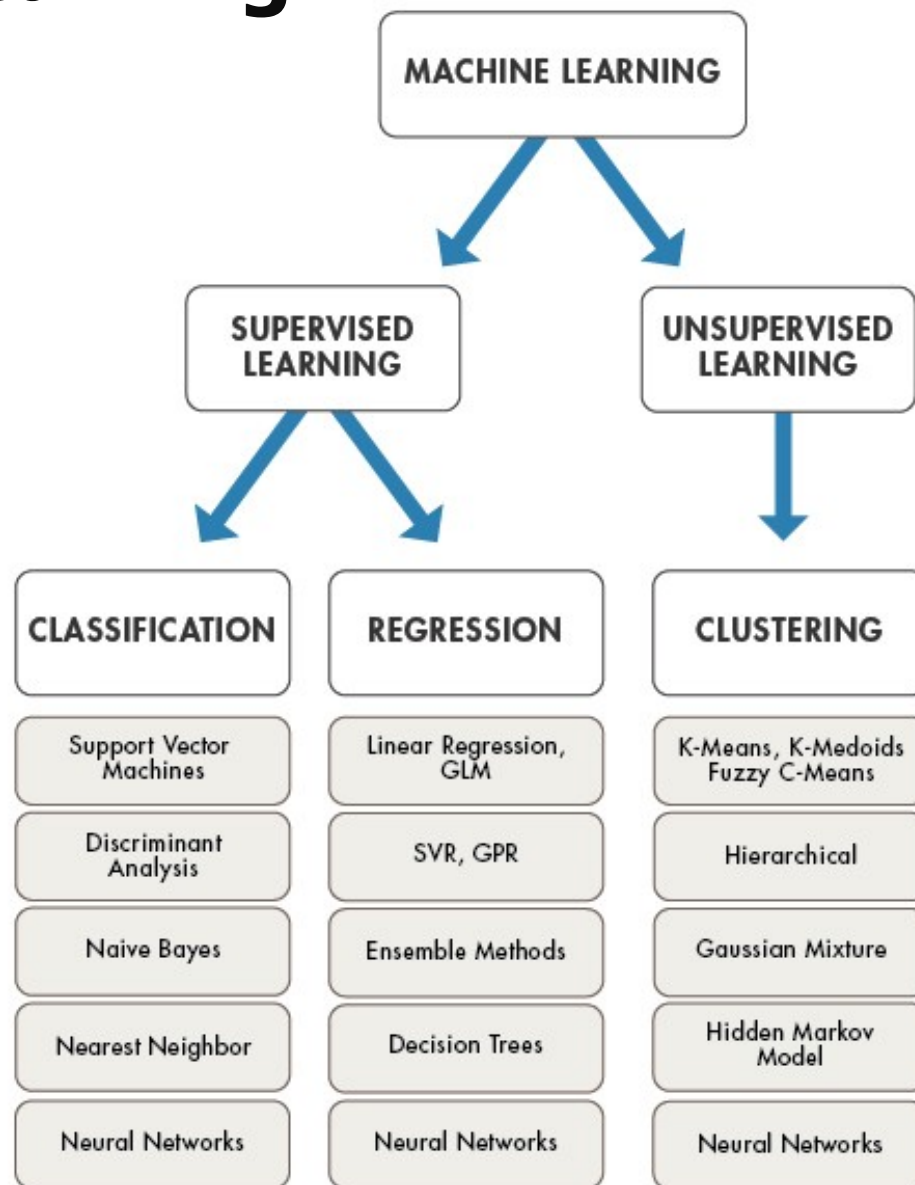
Machine Learning

Aplicaciones



Machine Learning

Técnicas más usadas



Machine Learning

❖ Regresión

Se utiliza una técnica de regresión para predecir un valor continuo, p.e., predicción del precio de una casa basada en sus características, o para estimar la emisión de CO2 del motor de un coche.

❖ Clasificación

Se usa una técnica de clasificación para predecir la clase o categoría, p.e., si una célula es benigna o maligna, o si un cliente se va a retirar o no

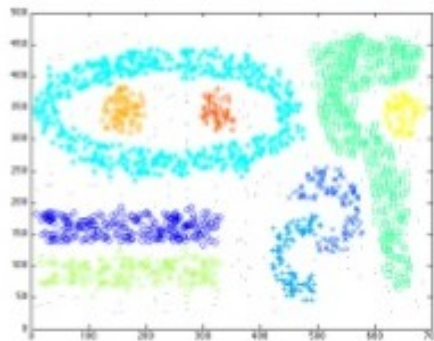
❖ Agrupamiento (Clustering)

Los grupos de casos similares, p.e., pueden encontrar pacientes similares, o pueden ser utilizados para la segmentación de clientes en el campo bancario.

Machine Learning

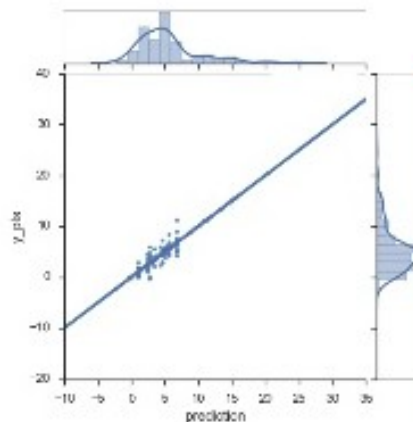
Tipos de aprendizaje

Unsupervised Learning

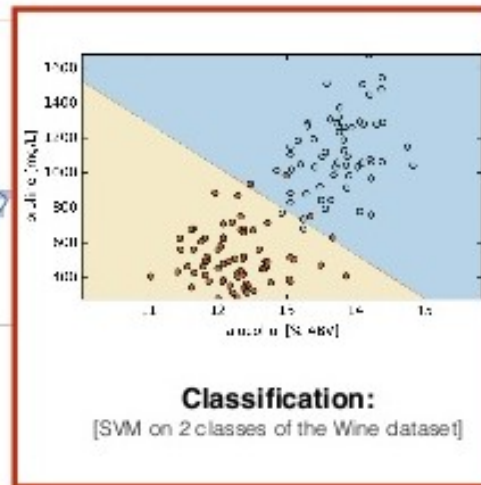


Clustering:
[DBSCAN on a toy dataset]

Supervised Learning



Regression:
[Soccer Fantasy Score prediction]



Classification:
[SVM on 2 classes of the Wine dataset]

Machine Learning

❖ Regresión lineal simple

➤ Ecuación que la gobierna

$$y = c + m * x$$

❖ Regresión lineal múltiple

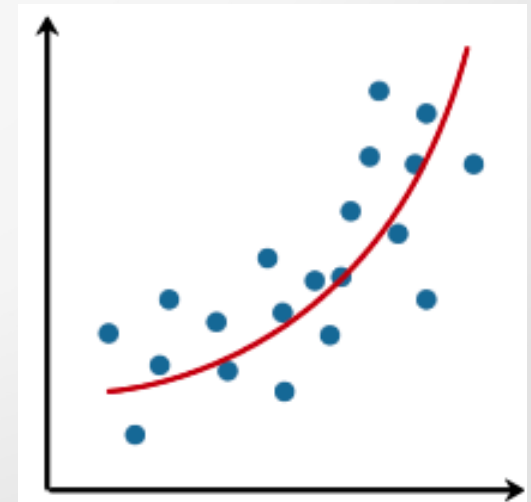
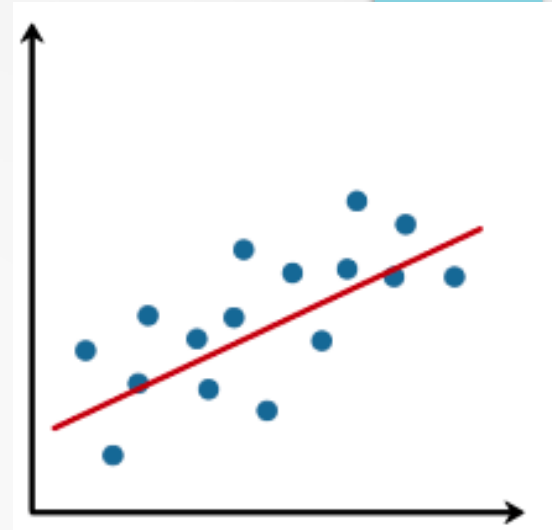
➤ Ecuación que la gobierna

$$y = c + m_1 * x_1 + m_2 * x_2 + m_n * x_n$$

❖ Regresión polinomial

➤ Ecuación que la gobierna

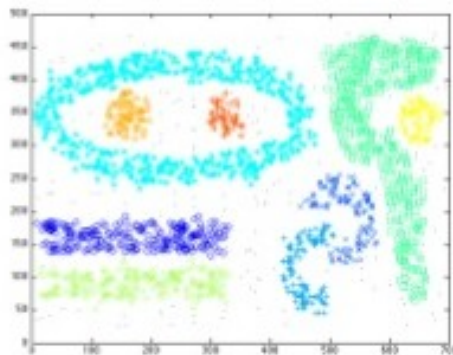
$$y = b_0 + b_1 * x + b_2 * x^2 + b_3 * x^3 + b_n * x^n$$



Machine Learning

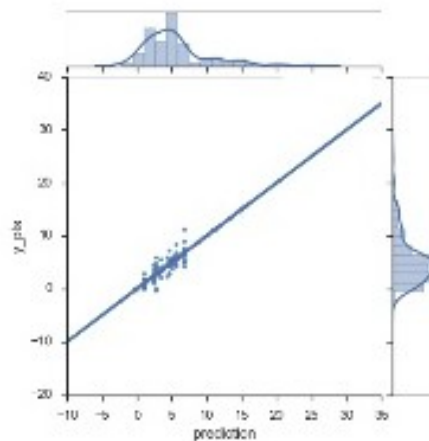
Tipos de aprendizaje

Unsupervised Learning

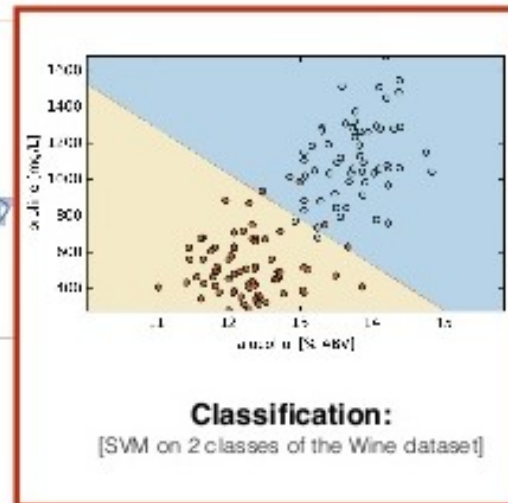


Clustering:
[DBSCAN on a toy dataset]

Supervised Learning



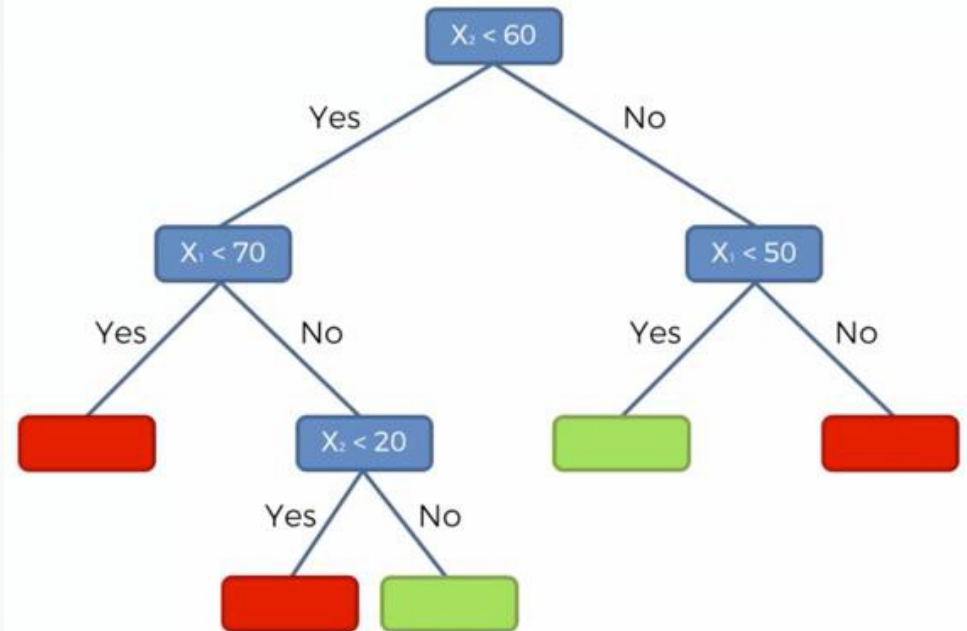
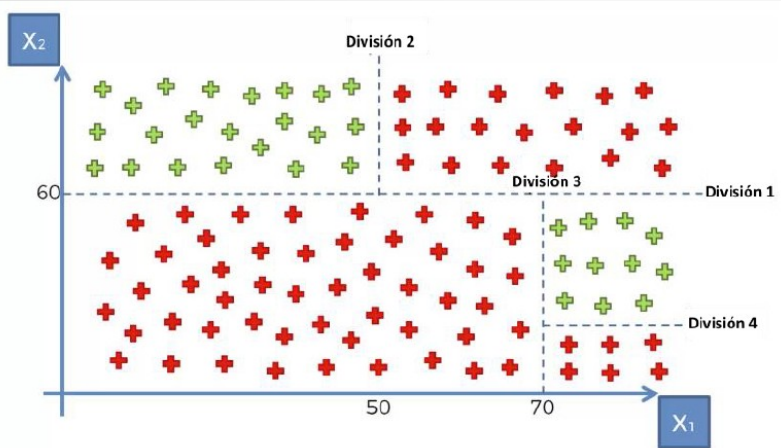
Regression:
[Soccer Fantasy Score prediction]



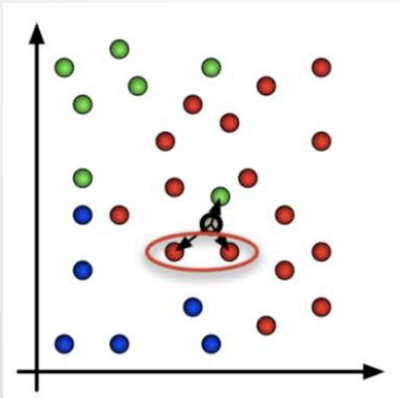
Classification:
[SVM on 2 classes of the Wine dataset]

Machine Learning

❖ Árbol de decisión



❖ K-vecinos más cercanos

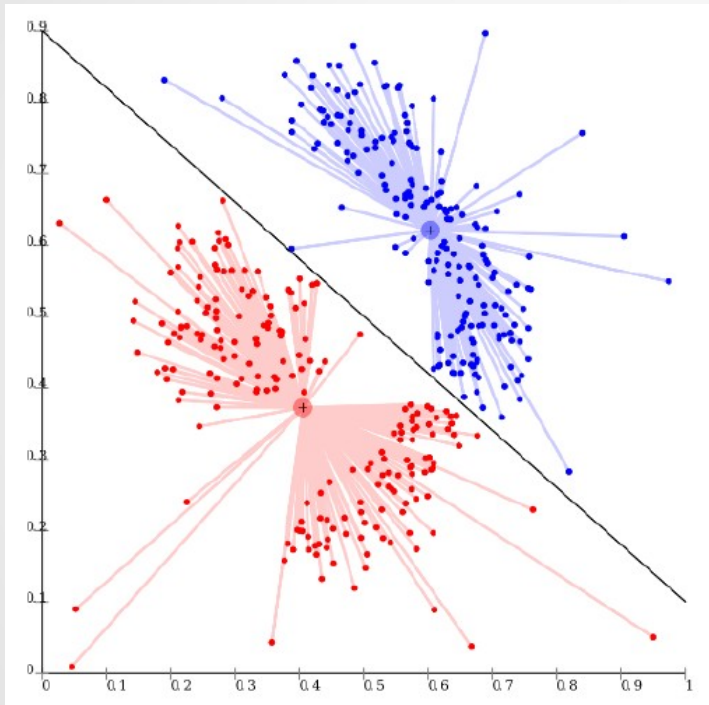


❖ Clasificador Bayesiano

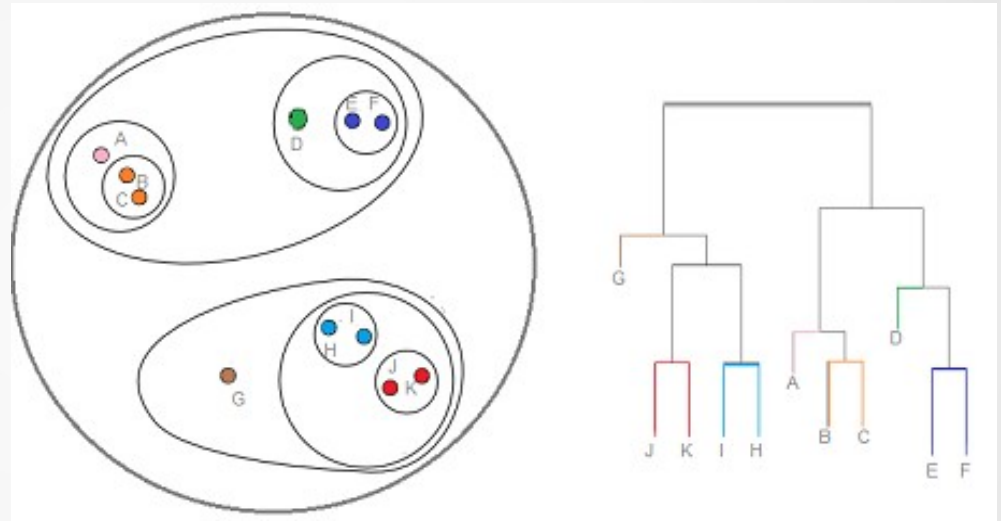
$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

Machine Learning

❖ c-means



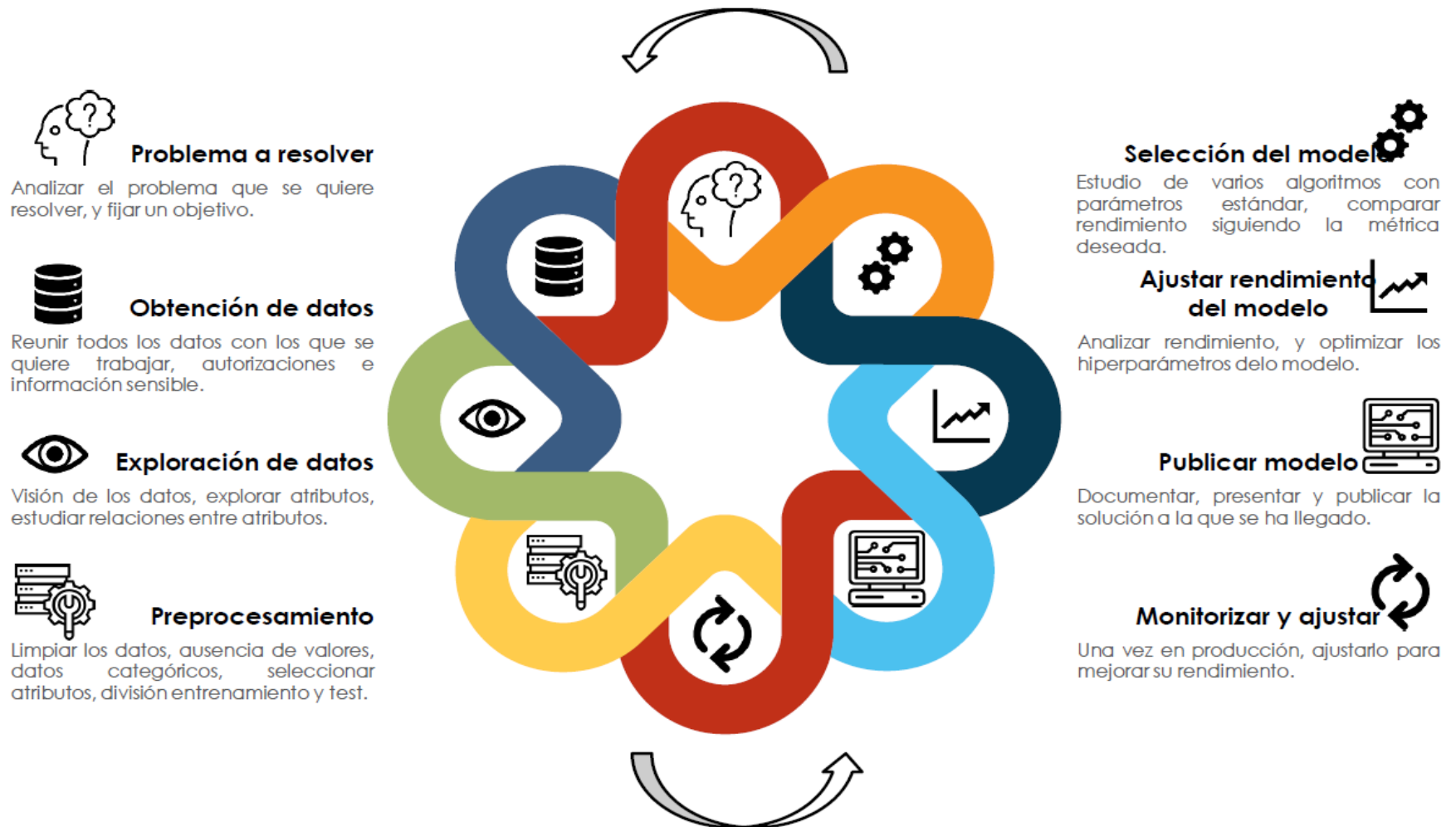
❖ Agrupamiento jerárquico



❖ Clasificador Bayesiano

Machine Learning

Metodología



Justificación de nuevas formas de cómputo

- ❖ Todavía hay problemas importantes y difíciles de resolver

- ❖ Se recurre a técnicas de solución inspiradas en la naturaleza:

Simulación de comportamientos (insectos sociales, tácticas de caza)

Redes Neuronales Artificiales

Lógica nebulosa, Computación evolutiva

Motivación para usar RNA

- ❖ PCs realizan tareas con una velocidad y confiabilidad no alcanzadas por los seres humanos EJM.
 - 1) invertir matrices
 - 2) resolver sistemas de ecuaciones diferenciales
- ❖ Subsisten problemas que no pueden ser resueltos a entera satisfacción por las máquinas y que son fácilmente resueltas por el ser humano EJM.
 - 1) tecnología actual de reconocimiento de voz
 - 2) sistema de visión artificial

Introducción

Definición

- ❖ Inspiración en la Naturaleza:
Neuronas Biológicas
- ❖ Sistemas paralelos No Lineales y densamente interconectados
- ❖ Basado en procesadores simples: Modelo simplificado de la Neurona Biológica

Introducción

Definición

- ❖ Conjunto de elementos computacionales comunicados a través de interconexiones con pesos variables, formando una red (“neuronas” y “sinapsis”)
- ❖ Implementa mapeo de conjunto de entradas y salidas

Introducción

Características Básicas

Búsqueda Paralela y Direccionamiento por el Contenido

El Cerebro no posee direccionamiento de memoria y no busca la información secuencialmente.

EJM. Reconocimiento de personas.

Aprendizaje

La Red Neuronal aprende por experiencia

Introducción

Características Básicas

Asociación

Capaz de realizar asociaciones entre patrones totalmente diferentes

EJM.

Comida ----> Persona

Persona ----> Baile

Generalización

Capaz de generalizar de ejemplos anteriores.

EJM. Responde correctamente a una nueva entrada, por simple similitud con patrones anteriormente vistos.

Introducción

Características Básicas

Robustez y Degradación Gradual

Pérdida de una o unas neuronas, no causará un mal funcionamiento en la Red Neuronal

Abstracción

Capaz de aislar grupos de entradas

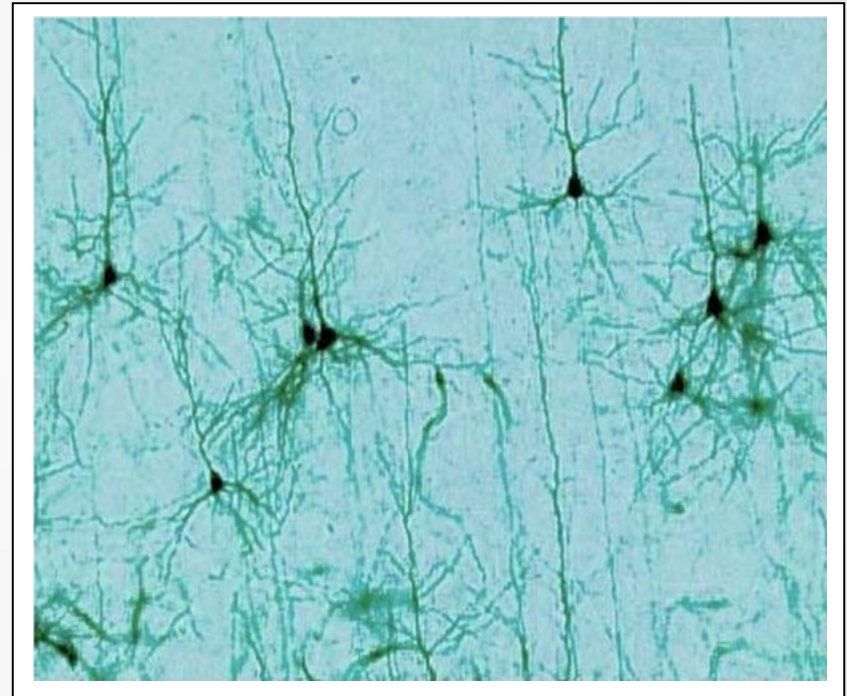
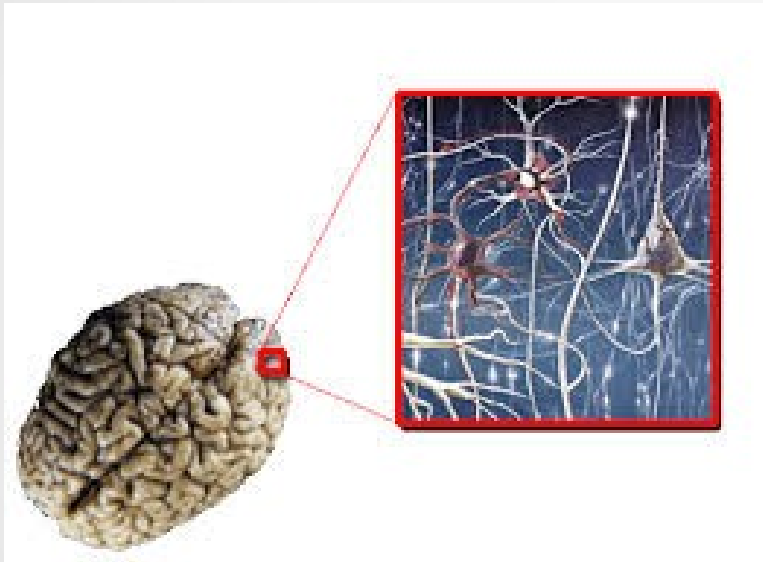
Aplicabilidad

Redes Neuronales no son una Panacea!!

Cerebro vs Computadora

	Cerebro	Computadora
Velocidad de procesamiento	100 Hz	10^{-9} s (1000 Hz)
Estilo de procesamiento	Paralelo	Secuencial
Número de procesadores	10^{11} - 10^{14}	Pocos
Conexiones	10^4 por procesador	Pocas
Almacenamiento del conocimiento	Distribuido	Direcciones fijas
Tipo de control de proceso	Auto-organizado	Centralizado
Tolerancia a fallas	Amplia	Nula

Neurona biológica

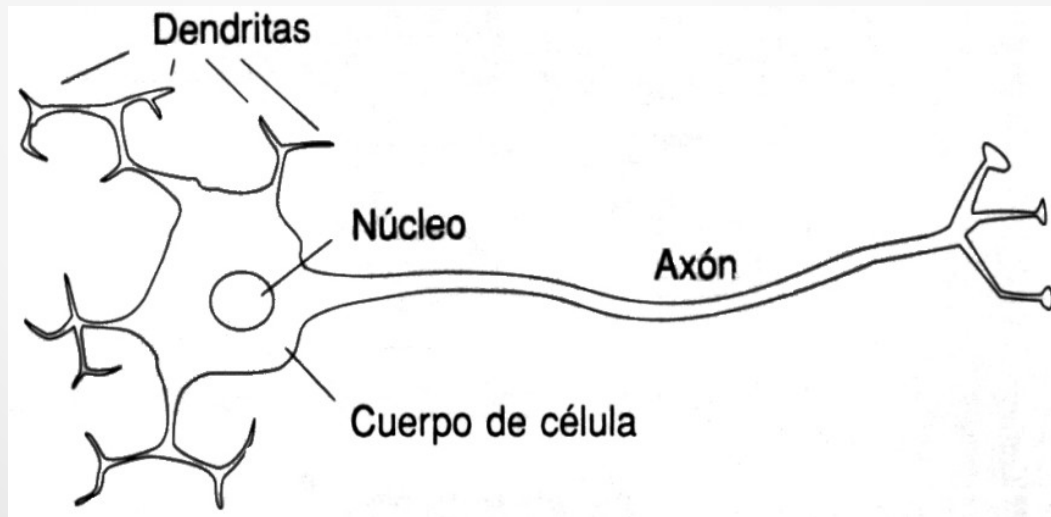


Red de neuronas biológicas (10^{11} neuronas en promedio)

Neurona biológica

Neurona biológica

Una **Neurona** es una célula nerviosa conformada de un núcleo, axón y dendritas.



Neurona biológica

Estructura de la Neurona biológica

Dendritas

Son filamentos o prolongaciones de la célula que sirven como receptores de señales. Forman el árbol dendrital.

Axón

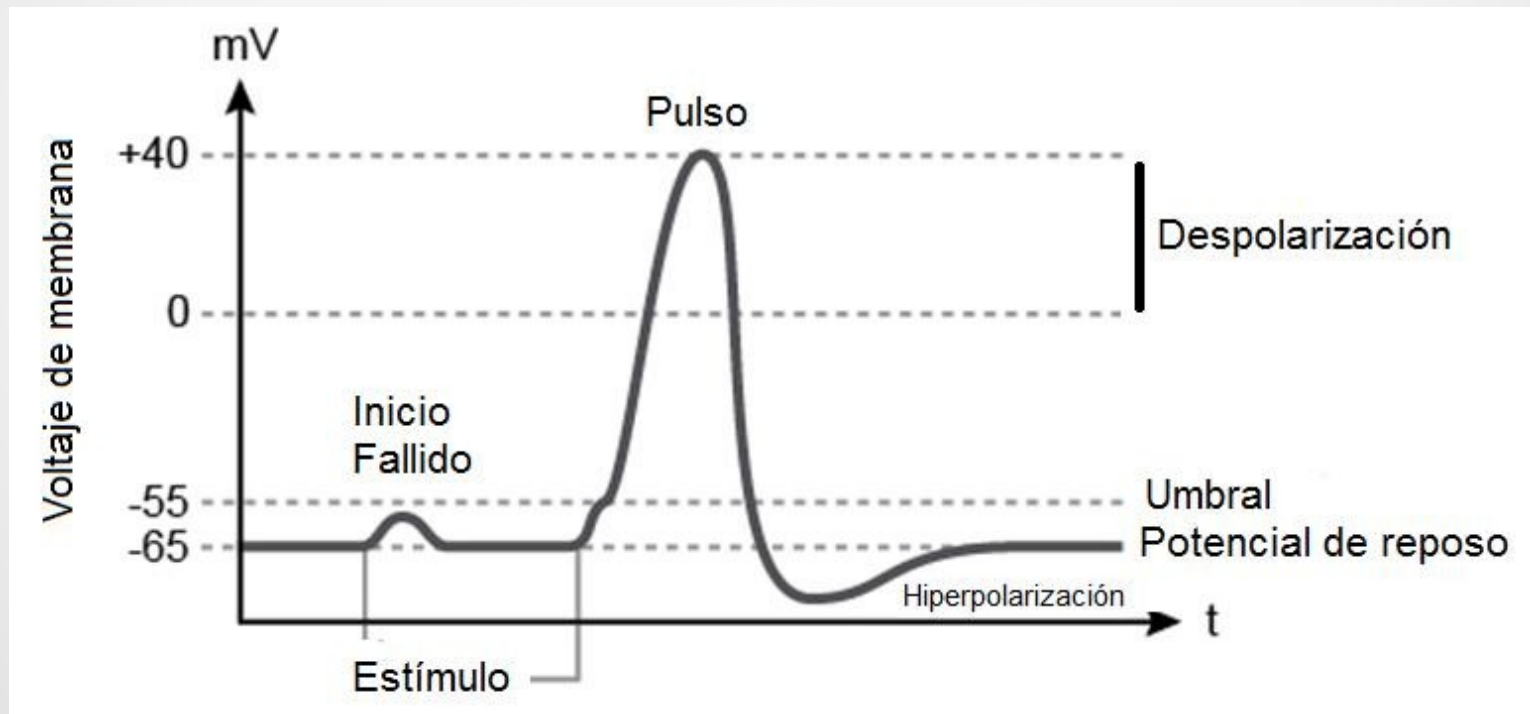
Es una prolongación de la célula que transporta la salida del núcleo de la neurona para otras neuronas. Los axones a menudo se ramifican pero mucho menos que las dendritas.

Núcleo

Es la parte de la neurona que registra un mecanismo para generar señales

Neurona biológica

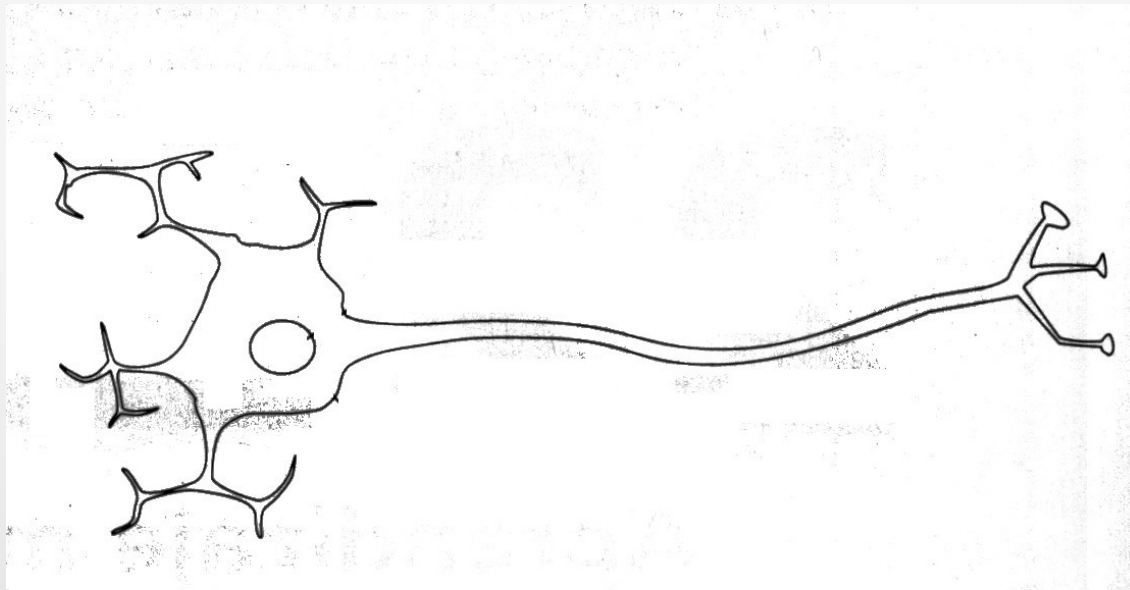
Mecanismo de generación del Potencial de acción



Neurona biológica

¿Qué sucede cuando se activa una neurona?

Envía una señal a través de su axón a todas las neuronas con las cuales está conectada.

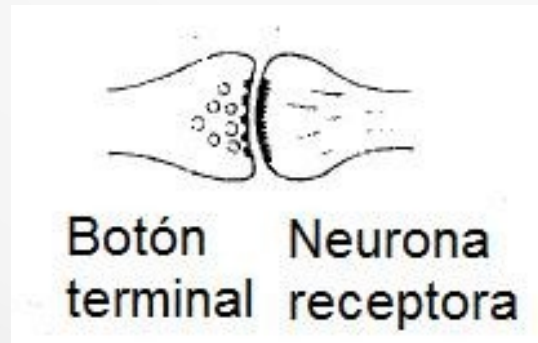


Neurona biológica

Sinapsis química

Antes de alcanzar las dendritas de la neurona receptora, la señal emitida pasa por las sinapsis

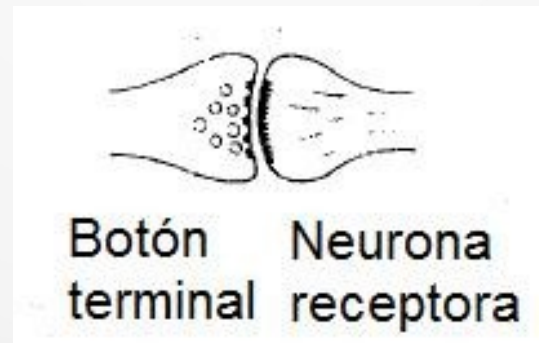
Sinapsis es el lugar donde se produce la interacción entre el botón sináptico y la neurona receptora



Neurona biológica

Tipos de sinapsis

- 1) **Sinapsis eléctrica:** Se produce el paso de iones a través del gap (brecha) entre el axón de una neurona y la dendrita de otra neurona.
- 2) **Sinapsis química:** Se establece entre células que están separadas en torno de 200-300 Amstrong.

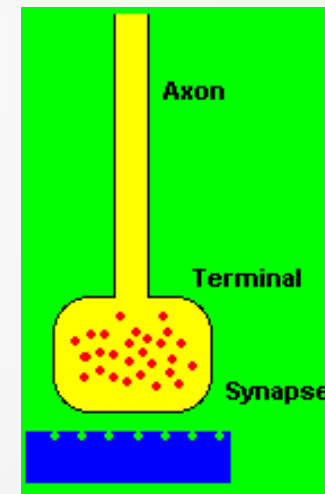
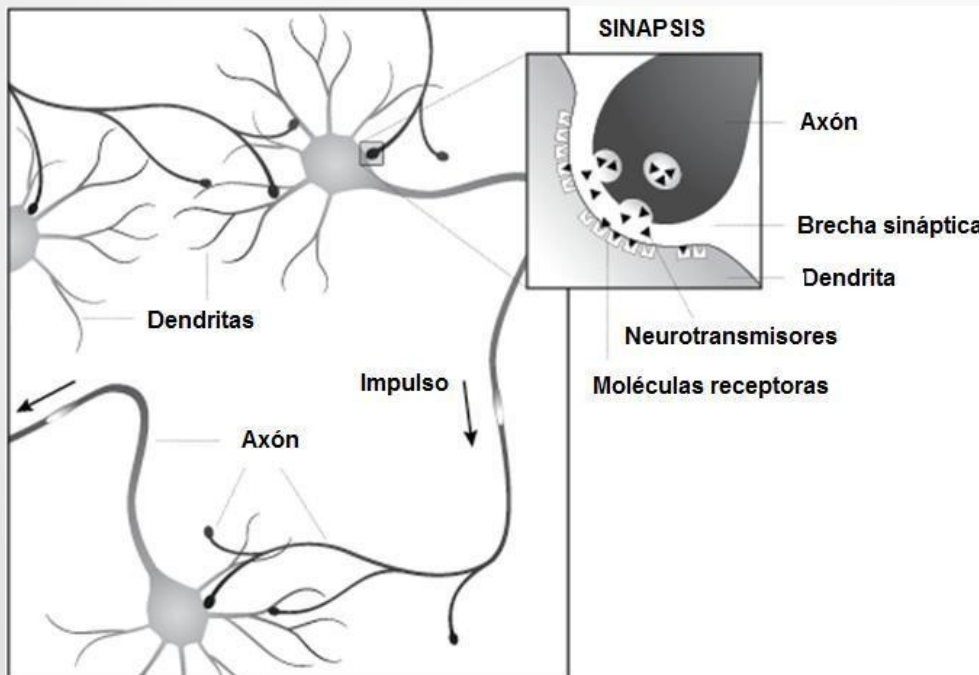


Sinapsis química

Neurona biológica

Sinapsis química

vesículas sinápticas migran hacia la frontera y se fusionan con los receptores de la membrana dendrítica.



Neurona biológica

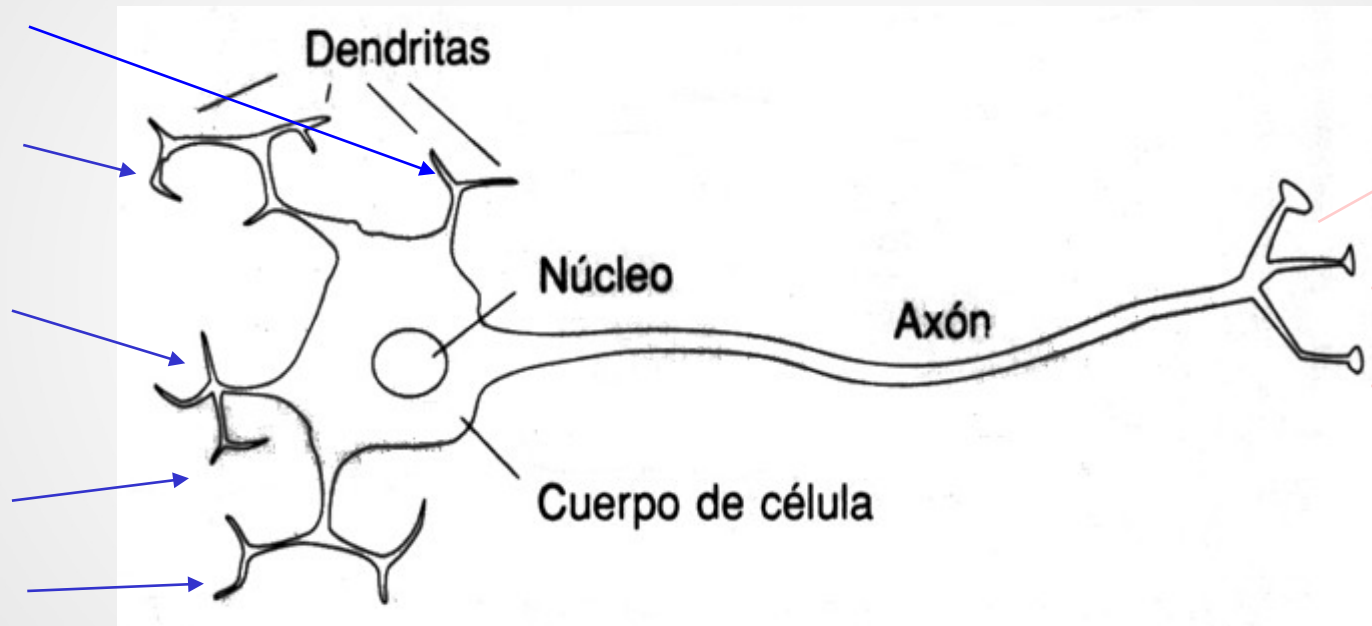
Sinapsis

Conclusión: las sinapsis constituyen los puntos de conexión entre las neuronas y, además, actúan como válvulas o filtros, dificultando o facilitando el paso de la señal

La sinapsis puede estimular (+) o inhibir (-) la comunicación entre las neuronas

Neurona biológica

E
N
T
R
A
D
A
S

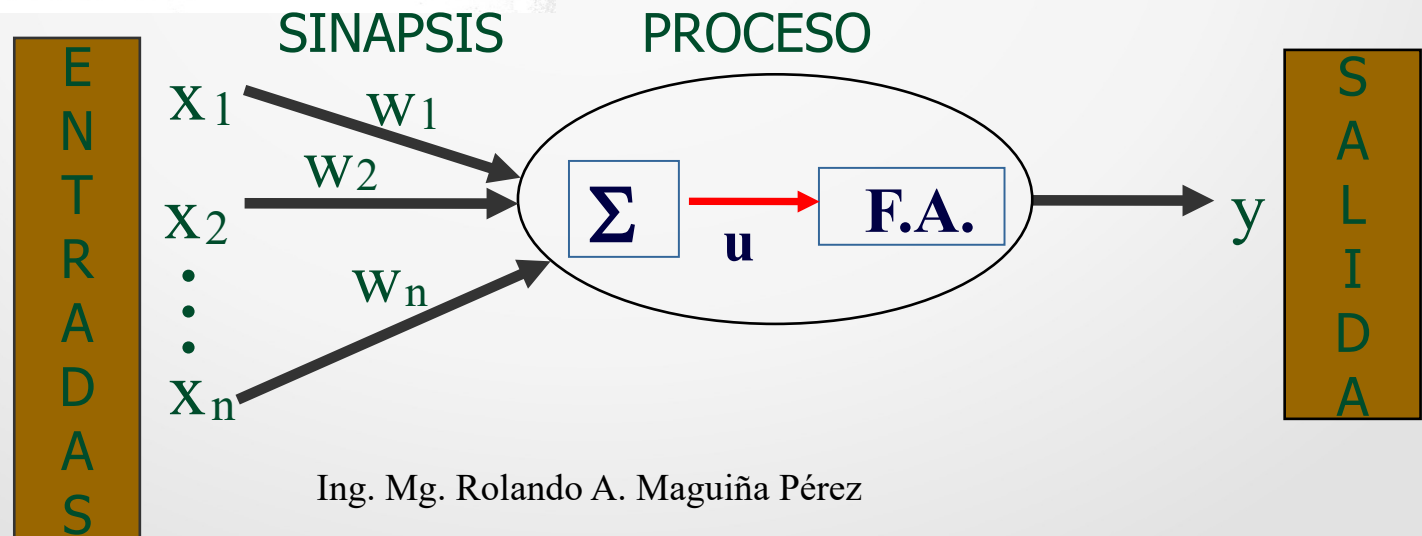
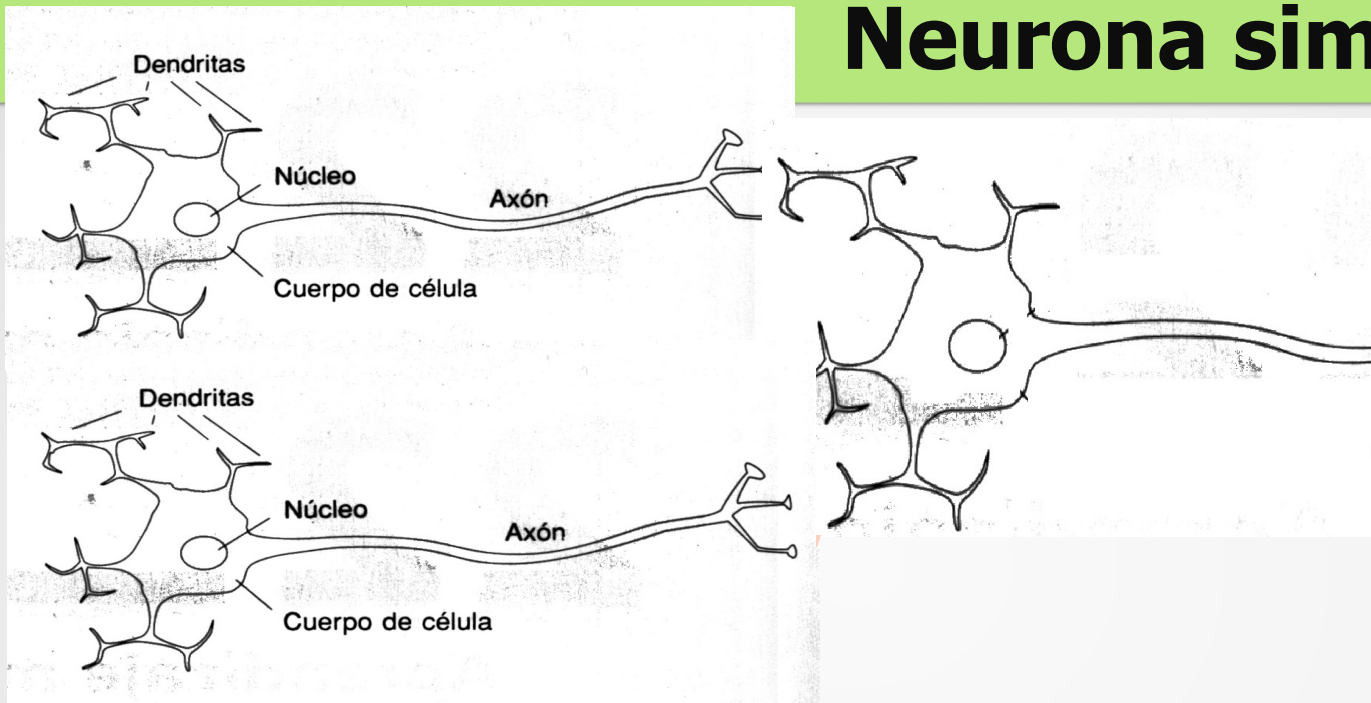


S
A
L
I
D
A

PROCESO

La neurona es un
procesador elemental!

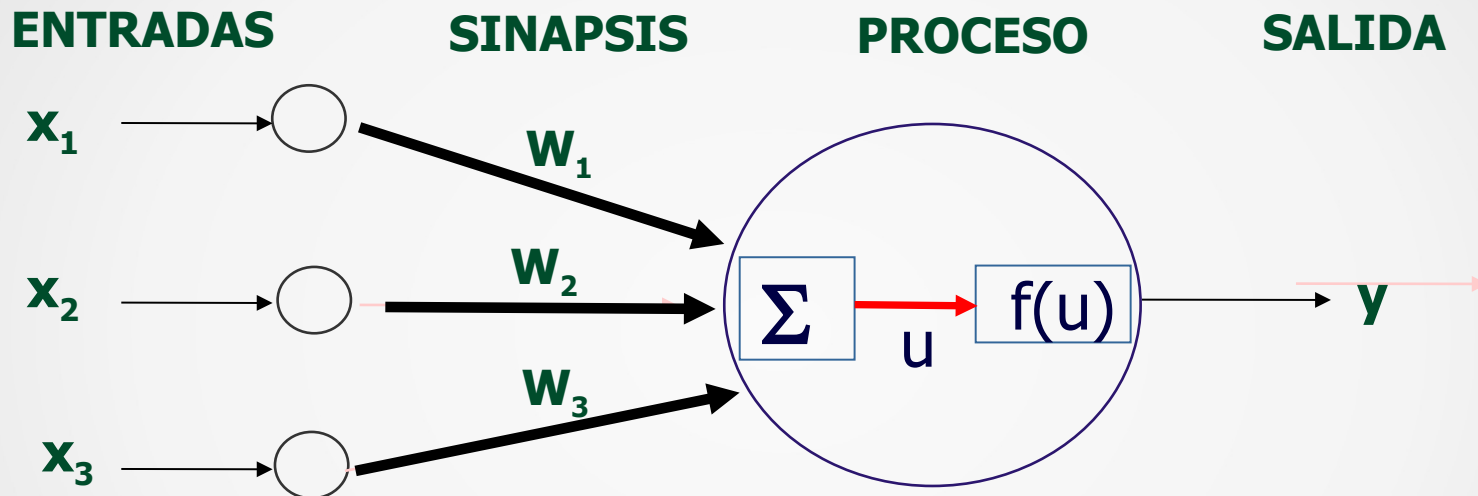
Neurona simulada



Ing. Mg. Rolando A. Maguiña Pérez

Neurona simulada

Función



Generalizando:

Regla de propagación

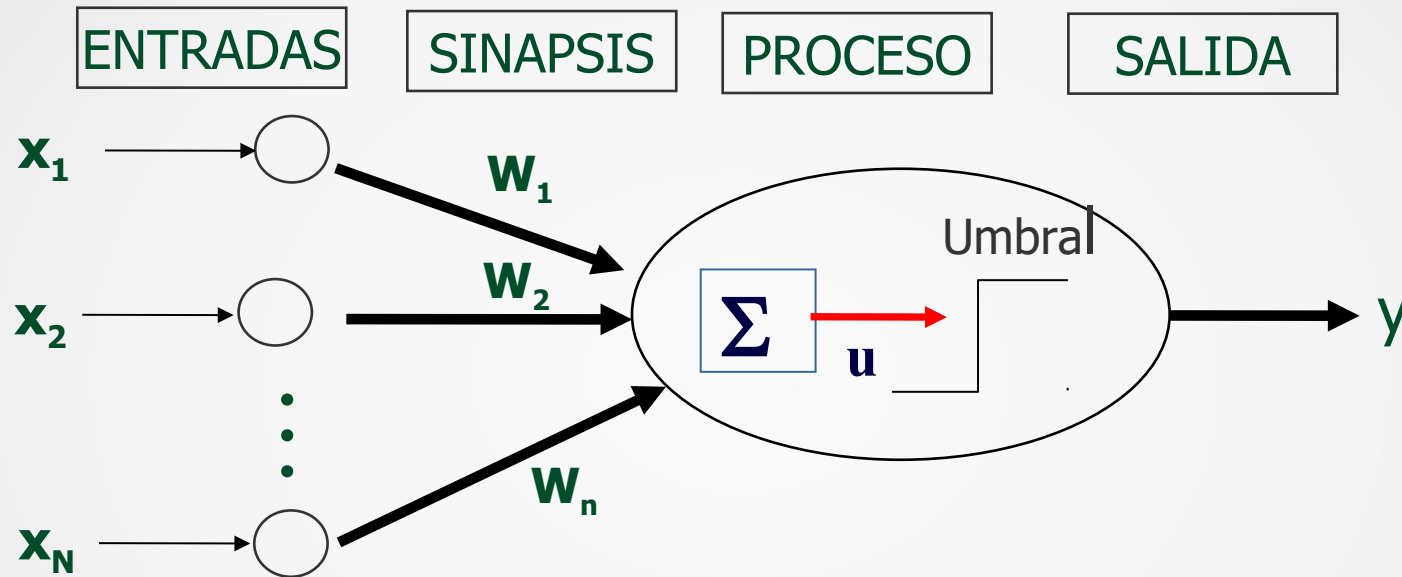
$$u = \sum_{i=0}^N w_i x_i$$

Regla de activación $f(u)$

Regla de salida $y = f(u)$

Neurona simulada

Función



$$u = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 \dots$$

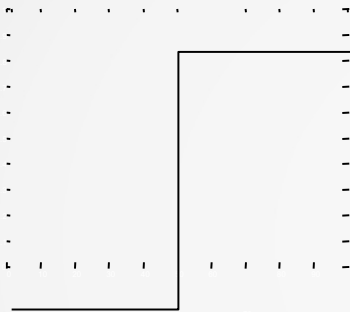
Asumiendo función de activación tipo Lógica

$$f(u) = \begin{cases} 1 & \text{si } u \geq \text{Umbral} \\ 0 & \text{si } u < \text{Umbral} \end{cases}$$

Neurona simulada

Función de Activación

LOGICA



La función escalón puede simular el comportamiento del núcleo de la neurona (función de activación).

ESCALON

$$f(u) = \begin{cases} 1, & \text{si } u \geq \text{Umbral} \\ 0, & \text{si } u < \text{Umbral} \end{cases}$$

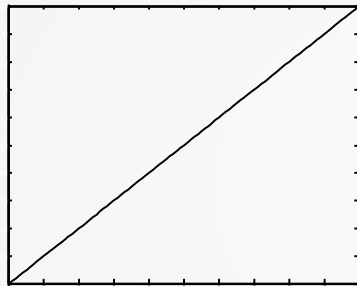
SIGNO

$$f(u) = \begin{cases} 1, & \text{si } u \geq \text{Umbral} \\ -1, & \text{si } u < \text{Umbral} \end{cases}$$

Neurona simulada

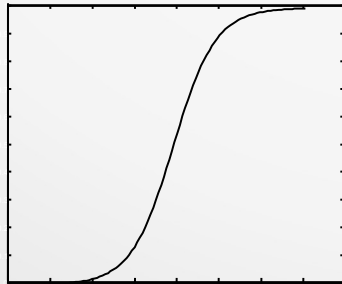
Función de Activación - continuación

LINEAL



$$f(u) = a u$$
$$a=1$$

SIGMOIDAL



Función Logística sigmoide

$$f(u) = 1 / 1 + e^{-u}$$

Tangente hiperbólica

$$f(u) = \tanh(u)$$

Red Neuronal

En una neurona artificial “j” se debe considerar siempre las siguientes reglas:

Regla de propagación (u_j)

$$u_j = \sum_{i=1}^N w_{ji} x_i$$

Regla o función de activación $f(u_j)$

La función signo y la función escalón pueden simular el comportamiento del núcleo de la neurona

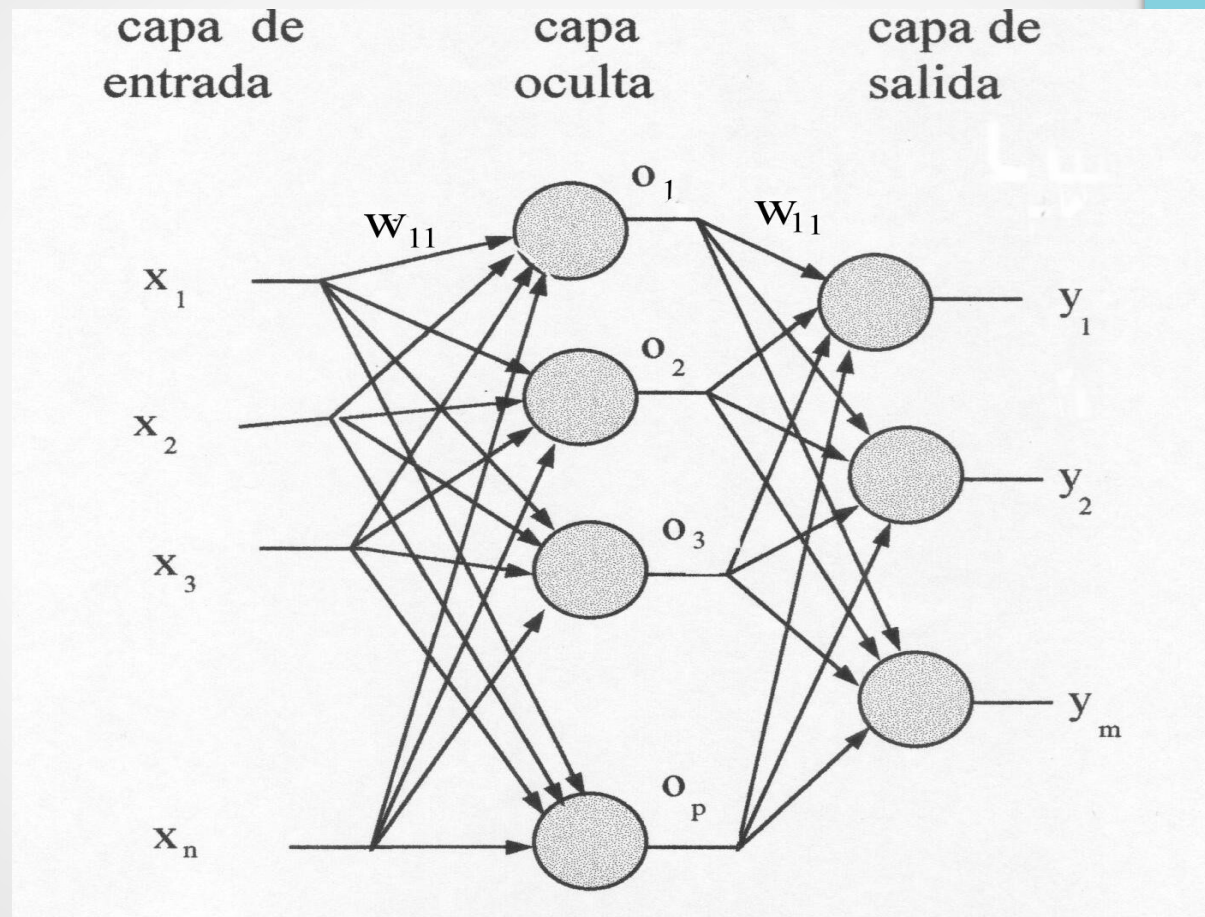
Además: función sigmoideal, lineal, etc.

Regla de salida (y_j)

$$y_j = f(u_j)$$

Regla de aprendizaje (w_{ji})

Red Neuronal



Al conectarse las neuronas artificiales se forman las RNA

Ing. Mg. Rolando A. Maguiña Pérez