

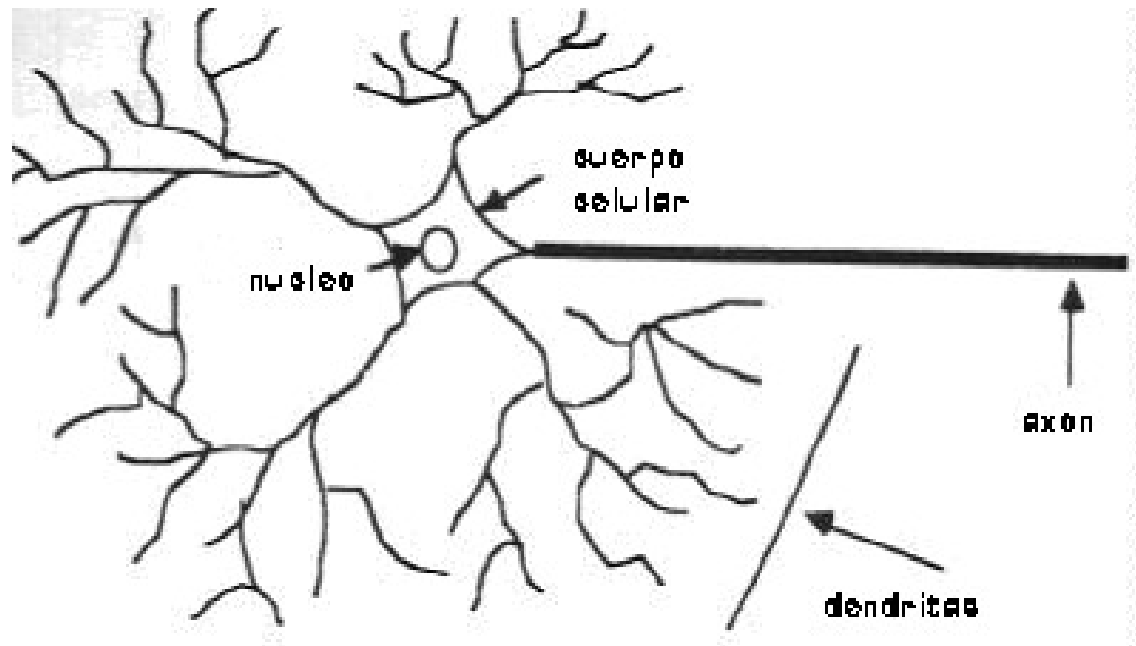
# REDES NEURONALES

## Introducción

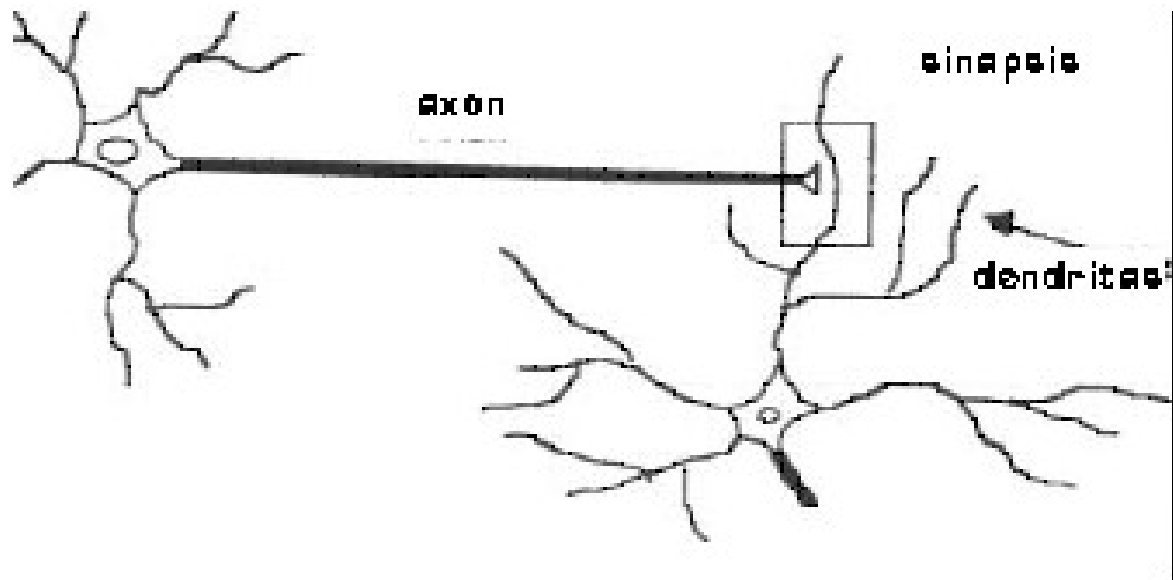
*Depto. De Computación – FCEyN – UBA*

*2do. Cuatrimestre 2016*

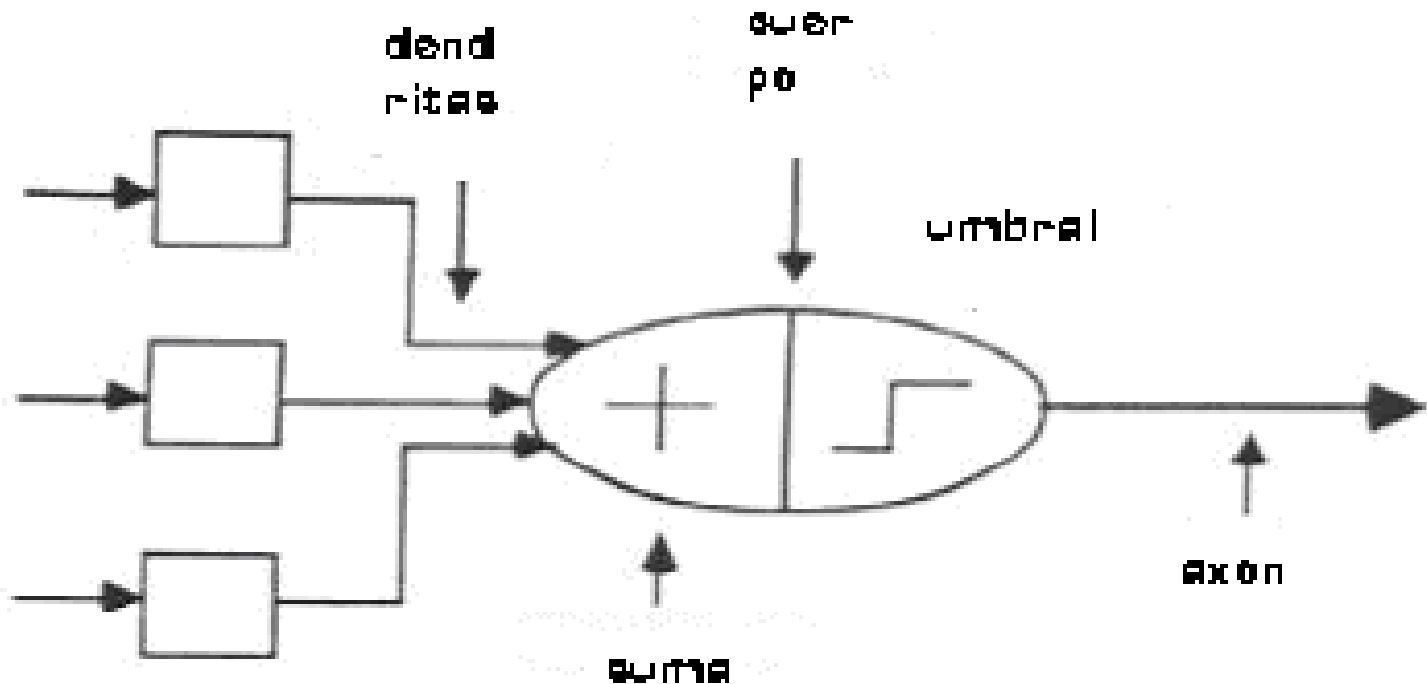
# Desde la neurona biológica . . .



# La sinapsis

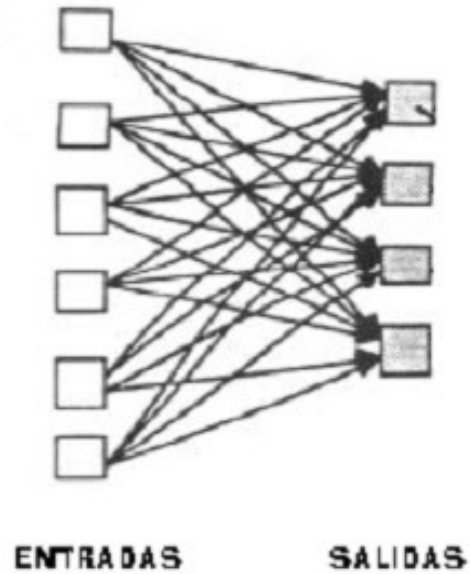


# . . . hacia la neurona artificial

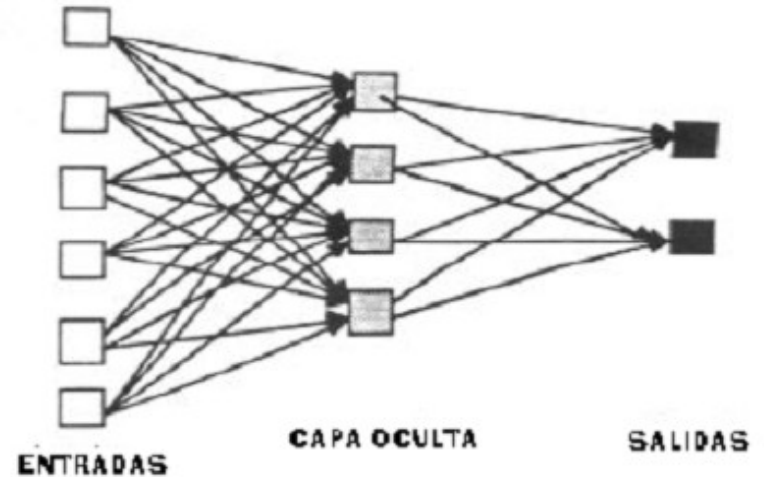


W. McCulloch y W. Pitts, A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity, *Bulletin of Mathematical Biophysics* **5**:115-133

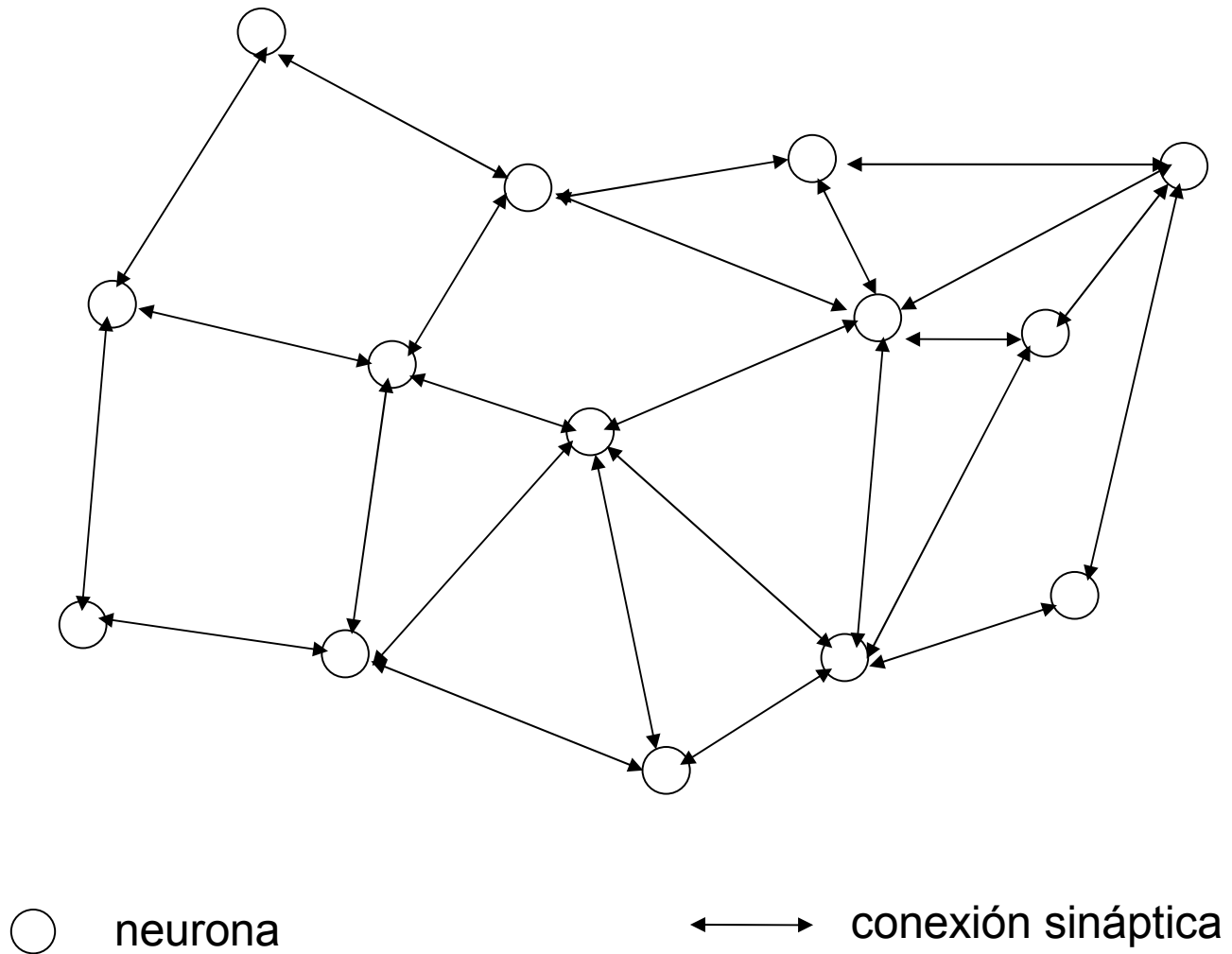
# Perceptrón Simple



# Perceptrón Multicapa



# Red recurrente (Hopfield) *para memoria asociativa*



# Paradigma Conexionista / Paradigma Procedural

- *Robustez y tolerancia a fallas:* destrucción parcial conlleva degradación parcial de la performance
- *Aprendizaje Adaptativo:* a partir de datos (estímulos) del entorno -> no requiere programación
- *Neurobiológicamente inspirado*
- *Opera en paralelo:* naturalmente, sin necesidad de supervisión de alto nivel -> apropiado para implementación VLSI
- *Autoorganizado:* se estructura independientemente y representa en forma autónoma la información recibida.
- *Inestabilidad ante fallas:* destrucción de una sola línea de programa puede invalidar completamente su función  
*Requiere programación:* específica para la tarea deseada
- *Basado en instrucciones a un procesador*
- *Opera secuencialmente:* sólo es paralelizable mediante programación ad hoc
- *La forma en que se representa la información debe ser definida por el diseñador*

# Computabilidad: Paradigmas

- ***Matemático***
  - Hilbert (1926)
  - Wilhelm Ackermann (1928).
  - Funciones recursivas generales
  - Kleene-Church: cálculo lambda (1936)
  - Tesis de Church: Funciones computables = Funciones recursivas generales
- ***Lógico-operacional***
  - Alan Turing (1936)
- ***Computacional*** (=con computadoras)
  - Konrad Zuse (Berlín, 1938-44)
  - Mark I (Harvard), Eniac
  - Mark I (Manchester)
- ***Autómatas celulares***
- ***Biológico*** (*redes neuronales*)
  - McCulloch & Pitts (1943)
  - N. Wiener (1948)

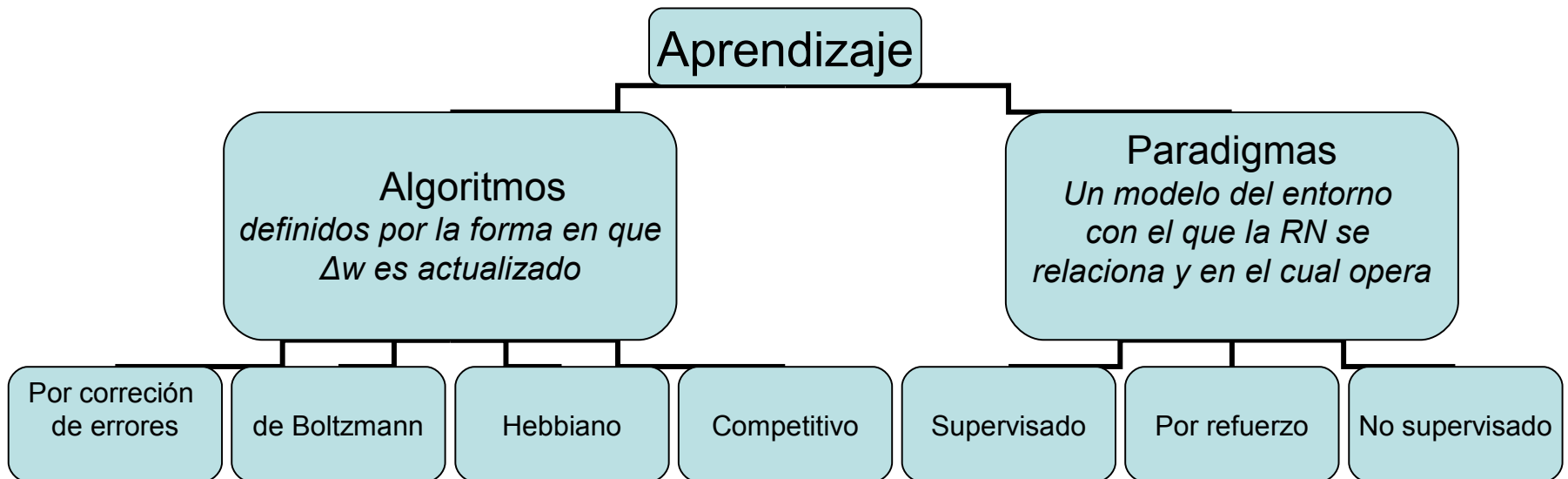


# El proceso de aprendizaje

Por el cual los parámetros libres de una RN son adaptados a través de los estímulos del entorno en el cual está inmersa

→ *El tipo de aprendizaje es determinado por la forma en que tienen lugar los cambios en los parámetros:*

$$w(n+1) = w(n) + \Delta w(n)$$



# Historia

*La evolución del pensamiento conexionista no ha sido parsimoniosa*

**Etapas Cualitativa o de los fundamentos** (fines s. XIX – comienzos s. XX):  
trabajo interdisciplinario en física, psicología y neurofisiología (Helmholtz, Mach, Pavlov), teorías generales de aprendizaje, visión, condicionamiento.

**Etapas Cuantitativa o formal** (a partir de los años '40):

- *McCulloch y Pitts* [43]: muestran que las RNA podrían calcular cualquier función aritmética o lógica.
- *Hebb* [49]: el condicionamiento clásico (pavloviano) está presente dadas las propiedades de las neuronas individuales. Propone un mecanismo de aprendizaje en neuronas biológicas.
- *Rosenblatt* [58]: construye el *Perceptrón Simple* y lo aplica exitosamente a reconocimiento de patrones.
- *Withrow y Hoff* [60]: algoritmo de aprendizaje para entrenar RN lineales, similares al Perceptrón de Rosenblatt (regla  $\Delta$  de aprendizaje).

# La Crisis

- *Minsky y Papert* [69]: limitaciones de las redes de Rosenblatt y de Withrow. Estos proponen redes más sofisticadas pero no algoritmos de aprendizaje. Este [momentáneo] fracaso, sumado a la carencia de computadoras digitales potentes, conduce a una impasse de alrededor de una década.

## **Sin embargo:**

- 1972: *Kohonen, Anderson*: redes neuronales que actuaban como memorias
- 1976: *Grossberg*: redes autoorganizadas.

# El renacimiento

Debido a:

- *La aparición de nuevos conceptos:*

Uso de mecánica estadística para analizar las propiedades y la dinámica de redes recurrentes capaces de funcionar como memorias asociativas (Hopfield). Algoritmo de Retropropagación para entrenar perceptrones multi-capa, en respuesta a las críticas de Minsky y Papert (*Rumelhart y McClelland*).

- *La disponibilidad de computadoras potentes en las cuales testearlos.*

# Nuevas tendencias

- RN y Big data (no tan nuevo)
  - *grandes bases de datos*
  - *alta dimensionalidad*
  - *aprendizaje en paralelo*
  - *desafio de escalabilidad de los modelos*
- Aprendizaje y arquitecturas “profundas”
  - *distintos niveles de representacion*
  - *estructuras feed-forward*
  - *arquitecturas recurrentes “profundas”*

# Algunas Aplicaciones

- *Científico-tecnológicas*

Modelado y diagnóstico del sistema cardiovascular, narices electrónicas, análisis de células cancerosas, EEG, ECG, modelos en biología y neurofisiología (memoria, aprendizaje, percepción), bioinformática (predicción de estructuras de proteínas, secuenciamiento de DNA)

- *Industriales*

Bélicas, aeronáutica, electrónica, robótica, procesamiento de señales, automotrices, exploración de petróleo y gas, control de procesos

- *Servicios*

Médicas (diagnóstico inteligente), entretenimiento (animación, efectos especiales, predicción de tendencias del mercado)

- *Económicas y financieras*

Evaluación de solicitudes de crédito e hipotecas, tasación de propiedades, evaluación de políticas de seguros, predicción de mercados de valores, títulos y monedas, predicción del comportamiento de los consumidores

# Bibliografía

- ***Neural Networks, a Comprehensive Foundation***  
Simon Haykin, Prentice Hall
- ***Introduction to the Theory of Neural Computation***  
John Hertz, Anders Krogh y Richard Palmer; Addison-Wesley.  
Disponible en Infoteca
- ***Neural Networks and Learning Machines***  
Simon Haykin, Upper Saddle River, Pearson–Prentice Hall, 2011
- ***Neural Networks. Methodology and applications***  
Gérard Dreyfus. Berlin, Springer-Verlag, 2005  
Consultar a los docentes
- ***Redes Neuronales. Algoritmos, Aplicaciones y Técnicas de Programación***  
James Freeman y David Skapura; Addison-Wesley  
Disponible en Infoteca
- ***Neural Network Design***  
Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark H. Beale  
<http://hagan.ecen.ceat.okstate.edu/nnd.html>