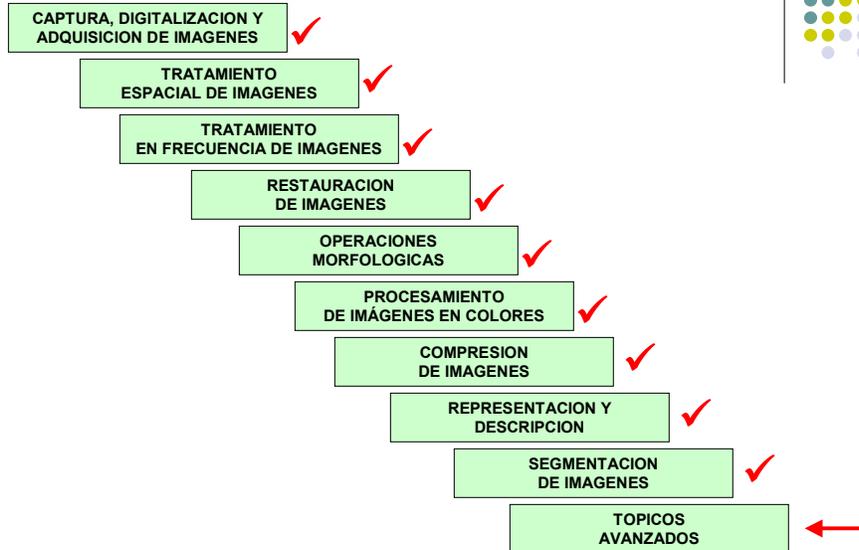


# Procesamiento Digital de Imágenes

Pablo Roncagliolo B.  
Nº 20



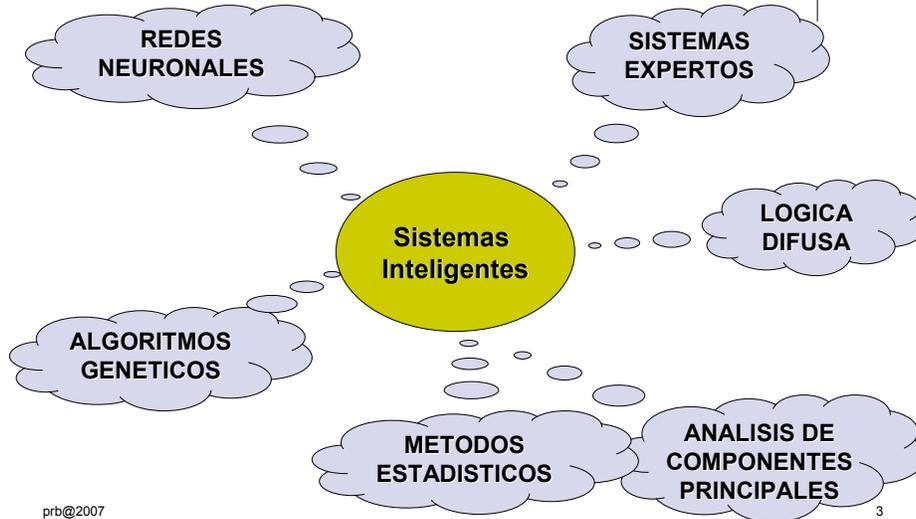
## Orden de las clases...



prb@2007

2

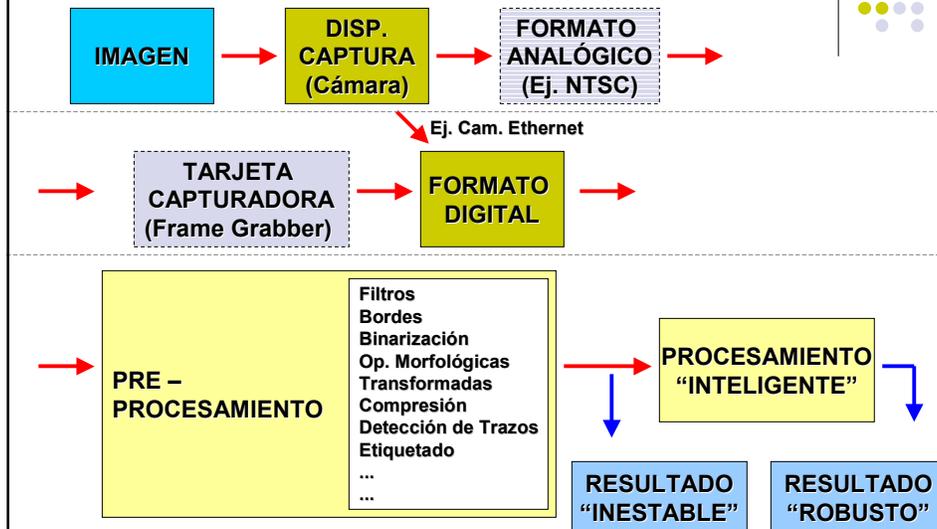
# Imágenes y Sistemas Inteligentes



prb@2007

3

# Procesamiento de Imágenes



prb@2007

4

## Procesamiento de Imágenes



Imagen original... Problema: localizar la patente...

prb@2007

5

## Pre - Procesamiento



Posible solución: analizar la imagen de bordes



Localización de zonas con gran variación de bordes...

5CKJ065

prb@2007

6

## Pre - Procesamiento

5CKJ065

Ecuación y Binarización

5CKJ065

Localización de zonas con gran variación de bordes...

5

“Esqueletización”

5

?

prb@2007

## Inteligencia Artificial: dos enfoques

IA Simbólica

top



down

Sistemas expertos basados en reglas



80's : éxitos mediocres

IA Subsimbólica

top

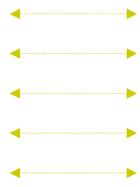


down

Redes Neuronales



reglas  
serial  
booleana  
frágil  
experto

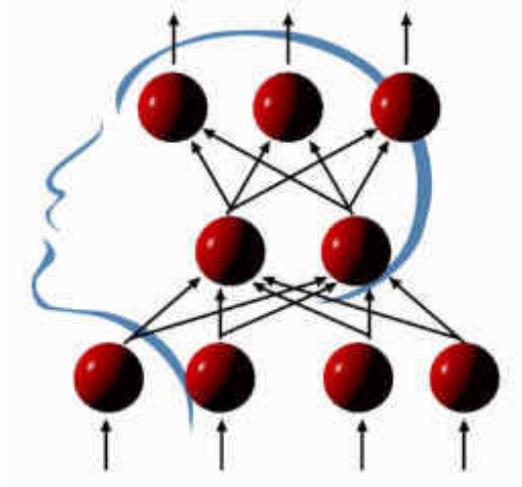


ejemplos  
paralelo  
difuso  
robusto  
general

prb@2007

8

## Redes Neuronales



prb@2007

9

## Redes Neuronales



> Inspiradas en el sistema nervioso biológico.

> Al igual que las redes de neuronas biológicas, una red neuronal artificial puede:

aprender → luego de ser entrenada

Para:

- encontrar soluciones,
- reconocer patrones,
- clasificar datos
- “predecir” eventos futuros...

prb@2007

10

## Redes Neuronales



> Las redes neuronales son una herramienta muy poderosa en aplicaciones en donde el análisis formal debería ser extremadamente difícil.



ALEGRIA MIEDO ENOJO ASCO NEUTRA TRISTEZA SORPRESA

prb@2007

11

## Redes Neuronales:

algunos nombres relevantes...



(1936) **Alan Turing**, fue el primero en estudiar el cerebro como una forma de ver el mundo de la computación.

(1943) **McCulloch**, neurofisiólogo y **Pitts**, matemático; los primeros teóricos que concibieron los fundamentos de la computación neuronal, lanzaron una teoría acerca de la forma de trabajar de las neuronas, modelando una red neuronal simple mediante circuitos eléctricos. ("Neuronas Binarias", función umbral...)

(1949) Se lanza el libro *La organización del comportamiento*, de Donald **Hebb**, donde se presenta un procedimiento de aprendizaje de las neuronas.

prb@2007

12

## Redes Neuronales



(1951) **Minsky**, primeros resultados prácticos en Redes Neuronales. Basada en tubos y relés, 40 neuronas, modeló comportamiento de una rata en un laberinto.

(1957) Se inicia el desarrollo del Perceptrón, de **Rosenblatt**. El Perceptrón es la red neuronal más antigua, y es muy utilizado hasta hoy en día como reconocedor de patrones.

(1959) El modelo ADALINE (ADaptative LINear Elements) es desarrollado por **Widrow&Hoff**. Primera red neuronal aplicada a un problema real, que eran filtros adaptativos para eliminar ecos en las líneas telefónicas, usado durante varias décadas comercialmente.

prb@2007

13

## Redes Neuronales



(1967) **Grossberg**, de la Universidad de Boston, uno de los investigadores más activos de las redes neuronales desde los años 60. Realizó una red utilizada para reconocimiento continuo del habla y aprendizaje del movimiento de los brazos de un robot. Además, Grossberg ha escrito muchos libros y desarrollado otros modelos neuronales.

(1969) Numerosas críticas frenaron el crecimiento de las investigaciones sobre redes neuronales hasta 1982 debido a un libro publicado por **Minsky & Papert**, del MIT llamado *Perceptrons*, el cual contenía un análisis matemático del Perceptrón en forma detallada, y en el que consideraban que la extensión a Perceptrones multinivel era completamente estéril.

prb@2007

14

## Redes Neuronales



(1977) **Kohonen**, extiende el modelo de memoria asociativa lineal. Mas tarde desarrolló el LVQ un método de aprendizaje competitivo.

(1982) Resurge el interés por las redes neuronales a consecuencia de varios eventos. **Hopfield** presenta la red que lleva su nombre, que es una variación del Asociador lineal.

prb@2007

15

## Redes Neuronales



Def:

“Redes neuronales artificiales son redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples (usualmente adaptativos) y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico.”

prb@2007

16

## Redes Neuronales



➤ El comportamiento de una red neuronal es definido por la forma en que sus elementos están conectados entre sí, y por el peso de esas conexiones.

> Los pesos son ajustados automáticamente por el entrenamiento de la red de acuerdo con una regla específica de aprendizaje, hasta que ésta llegue al nivel de error deseado.

prb@2007

17

## Neuronas Biológicas



- > Son el elemento más básico del cerebro humano.
- > Son un tipo específico de célula.
- > Cada una de éstas, puede conectarse hasta con 200.000 otras neuronas.
- > Generalmente, una neurona recibe información de miles de otras neuronas y, a su vez, envía información a miles de neuronas más.
- > El “poder” del cerebro se mide por la cantidad de neuronas y las múltiples conexiones entre ellas.

prb@2007

18

## Neuronas Biológicas



Todas las neuronas biológicas están formadas por tres componentes, que son:

las dendritas

el cuerpo de la célula (que contiene el núcleo)

el axón

Básicamente, las dendritas reciben señales de entrada; el cuerpo celular las combina e integra y emite señales de salida.

El axón transporta las señales de salida a los terminales, que luego distribuyen esta información a un nuevo conjunto de neuronas, a través de las conexiones sinápticas.

prb@2007

19

## Neuronas Biológicas

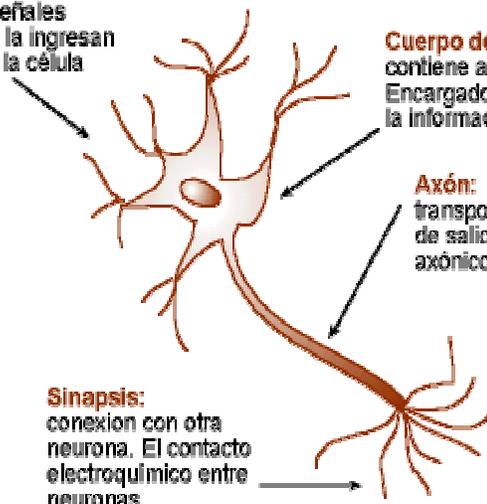


**Dendritas:**  
reciben las señales de entrada e la ingresan al interior de la célula

**Cuerpo de la célula:**  
contiene al núcleo.  
Encargado de procesar la información recibida

**Axón:**  
transporta las señales de salida a los terminales axónicos.

**Sinapsis:**  
conexion con otra neurona. El contacto electroquímico entre neuronas.



prb@2007

20

## Analogía entre neuronas



- > Las señales que llegan a las dentritas son las entradas a la neurona.
- > Estas señales son ponderadas (aumentadas o disminuidas) a través de un parámetro llamado *peso*, asociado a la sinapsis (conexión) correspondiente.
- > Las señales de entrada pueden excitar a la neurona (peso positivo) o inhibirla (peso negativo).
- > Se tiene como efecto la suma de las entradas ponderadas. Si ésta suma es mayor o igual que el umbral de la neurona, ésta se activa.

prb@2007

21

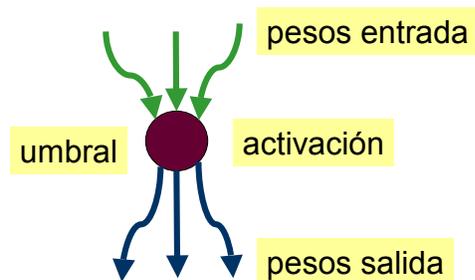
## Redes Neuronales



### Neuronas



**Real**



**Modelo**

prb@2007

22

## Redes Neuronales



En cualquier sistema neuronal, se caracterizan tres tipos de neuronas: entrada, salida y ocultas.

**Neuronas de Entrada:** Reciben señales desde el entorno, las que pueden ser provenientes de sensores o de otros sectores del sistema.

**Neuronas de Salida:** Envían la señal fuera del sistema. Pueden controlar directamente potencias u otros sistemas.

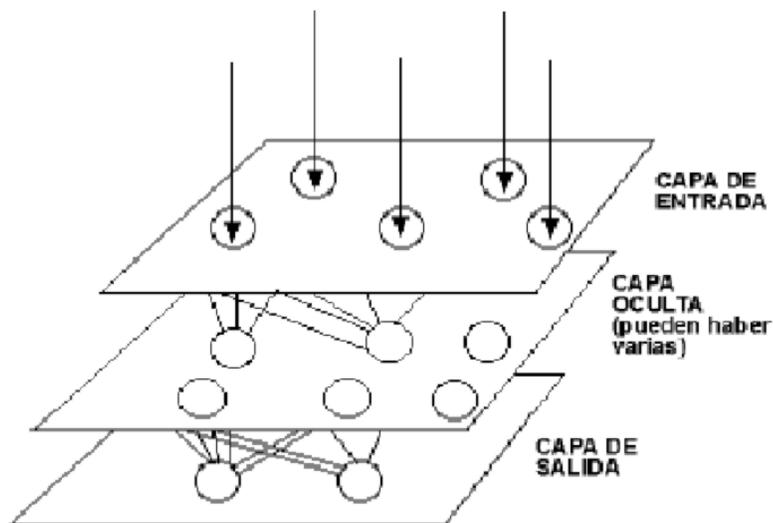
**Neuronas Ocultas:** Aquellas cuyas entradas y salidas se encuentran dentro del sistema, sin contacto con el exterior.

Se conoce como **capa o nivel**, al conjunto de neuronas cuyas entradas provienen de la misma fuente (pudiendo ser otra capa de neuronas), y cuyas salidas se dirigen al mismo destino (también pudiendo ser otra capa de neuronas).

prb@2007

23

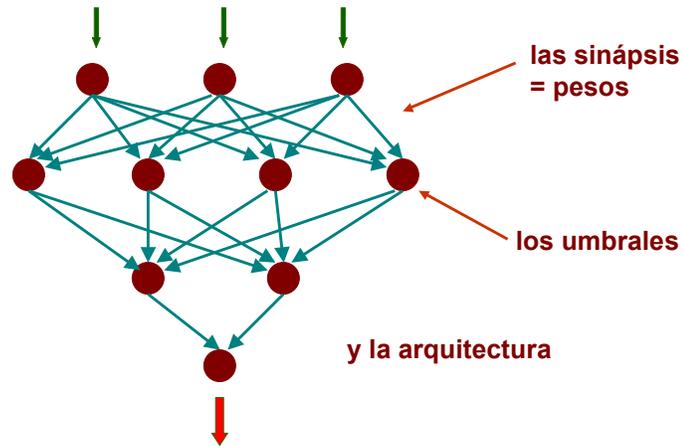
## Redes Neuronales



# Redes Neuronales



¿Qué controla el flujo de información?



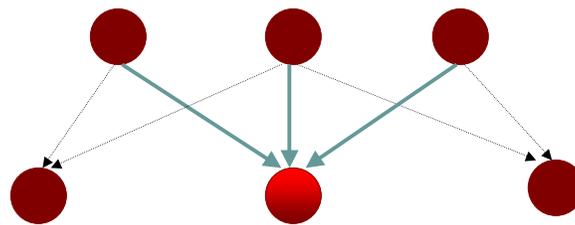
prb@2007

25

# Redes Neuronales



Unidad de Proceso...



capa →  $z_i^{(l)} = f \left( \sum_{j=1}^{n^{(l-1)}} w_{ij}^{(l)} z_j^{(l-1)} \right)$

activación →  $z_i^{(l)}$

Función de activación →  $f$

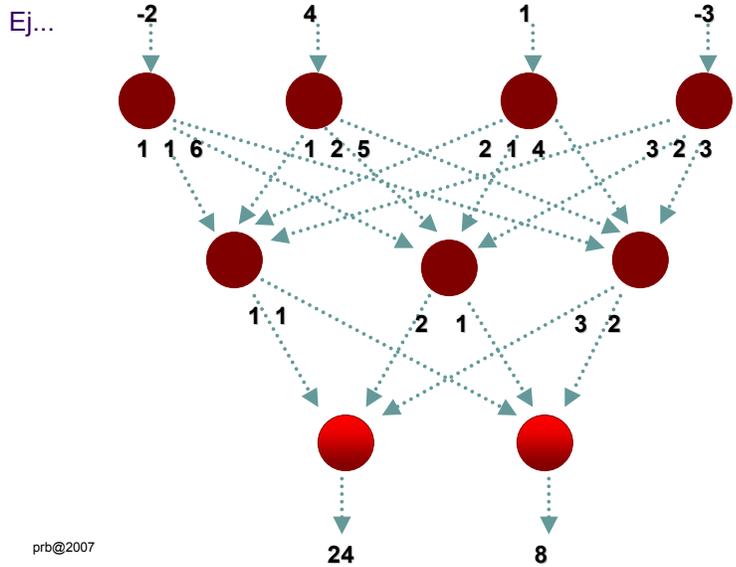
pesos →  $w_{ij}^{(l)}$

Número de neuronas en la capa  $l-1$  →  $n^{(l-1)}$

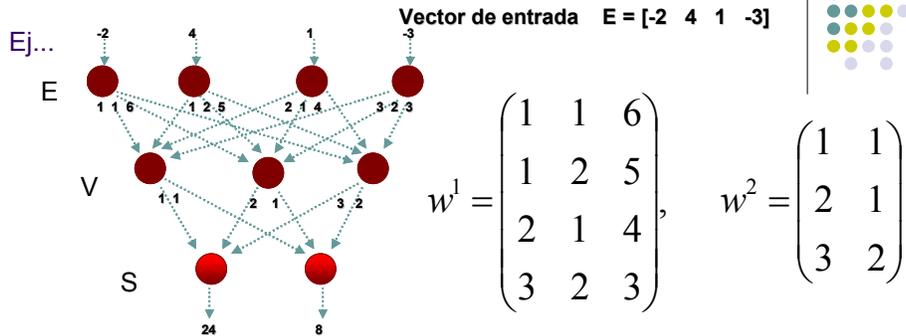
prb@2007

26

# Redes Neuronales



# Redes Neuronales

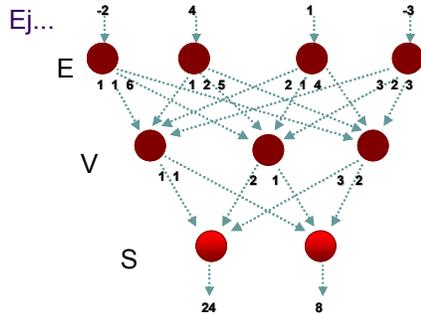


$$\vec{V} = \vec{E} \cdot W^1 = [-2 \ 4 \ 1 \ -3] \begin{pmatrix} 1 & 1 & 6 \\ 1 & 2 & 5 \\ 2 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 3 \end{pmatrix} = [-5 \ 1 \ 3]$$

prb@2007

28

# Redes Neuronales



Suponiendo una función de activación lineal :  $f(x) = 2x$

$$\vec{V} = E \cdot W^1 = [-2 \quad 4 \quad 1 \quad -3] \begin{pmatrix} 1 & 1 & 6 \\ 1 & 2 & 5 \\ 2 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 3 \end{pmatrix} = [-5 \quad 1 \quad 3]$$

$$\vec{S} = f(f(\vec{V}) \cdot W^2) = [-10 \quad 2 \quad 6] \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix} = f([12 \quad 4]) = [24 \quad 8]$$

$$\vec{S} = f(f(\vec{E} \cdot W^1) \cdot W^2)$$

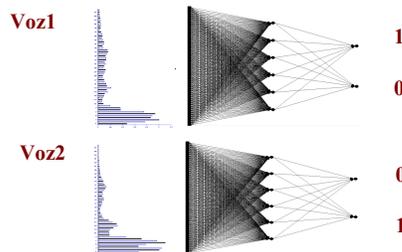
prb@2007

29

# Redes Neuronales

## Reconocimiento de voz

- Dos personas dicen "Hola"
- Hacemos un análisis de frecuencias
- Entrenamos una red con varios "Hola"



Buen reconocimiento de voz requiere entrenamiento

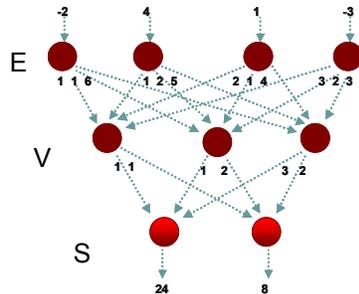
Resultados esperados:

- Discriminación de la red con voces conocidas
- Discriminación de la red con voces desconocidas

prb@2007

30

## Redes Neuronales



¿cómo determinar los pesos de una red para obtener un resultado determinado?

prb@2007

31

## Redes Neuronales



Por aprendizaje se entiende:

***La modificación del comportamiento inducido por la interacción con el entorno y como resultado de experiencias conducente al establecimiento de nuevos modelos de respuesta a estímulos externos.***

En las redes neuronales artificiales, el conocimiento se encuentra representado en los **pesos** de las conexiones existentes entre las neuronas. El proceso de aprendizaje implica cierto número de cambios en estas conexiones. **Se aprende modificando los valores de los pesos de la red.** Cada modelo de red neuronal dispone de su propia técnica de aprendizaje.

prb@2007

32

# Redes Neuronales



## Redes Neuronales supervisadas y no supervisadas

Las redes neuronales se clasifican comunmente en terminos de sus correspondientes algoritmos o métodos de entrenamiento por: redes no supervisadas y redes de entrenamiento supervisado.

prb@2007

33

# Redes Neuronales



## Entrenamiento Supervisado

- > Las redes de entranimiento supervisado han sido los modelos de redes más desarrollados desde inicios de estos diseños.
- > Los datos para el entrenamiento estan constituidos por varios pares de patrones de entrenamiento de entrada y salida.
- > El hecho de conocer la salida implica que el entrenamiento se beneficia por la supervision de su maestro.
- > Dado un patron de entrenamiento, por ejemplo, (m +1)-esimo, los pesos seran adaptados de la siguiente forma:

$$w_{ij}^{(m+1)} = w_{ij}^{(m)} + \Delta w_{ij}^{(m)}$$

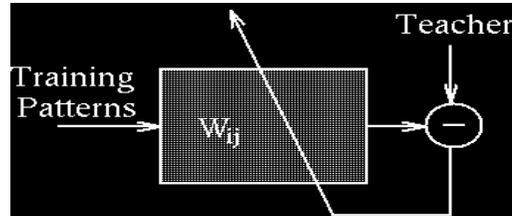
prb@2007

34

## Redes Neuronales



Se puede ver un diagrama esquemático de un sistema de entrenamiento supervisado en la siguiente manera:



prb@2007

35

## Redes Neuronales



### Reglas de entrenamiento No Supervisado

Para los modelos de entrenamiento No Supervisado, el conjunto de datos de entrenamiento consiste solo en los patrones de entrada.

Por lo tanto, la red es entrenada sin la ayuda de un maestro.

prb@2007

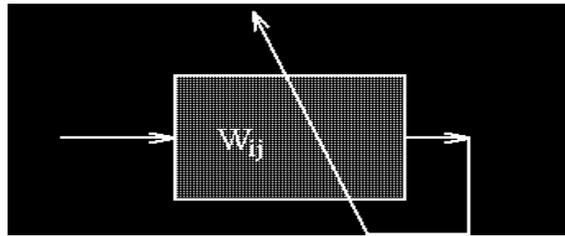
36

# Redes Neuronales



La red aprende a adaptarse basada en las experiencias recogidas de los patrones de entrenamiento anteriores.

Este es un esquema típico de un sistema "No Supervisado":



prb@2007

37