

# Aprendizaje en una red neuronal

Conjunto de  
datos para  
entrenamiento



Proceso de  
entrenamiento  
de la red  
neuronal

Se aplican datos  
diferentes a los de  
entrenamiento



Evaluación del  
comportamiento  
de la red  
neuronal

Se aplica un  
algoritmo que  
calcula los valores  
de los parámetros  
de la red:

- \*Peso sináptico
- \*Polarización



Se calcula, por  
ejemplo , el  
porcentaje de  
aciertos en una  
tarea de  
clasificación



Implantación en  
producción de la  
red neuronal

# Algoritmo de aprendizaje del perceptrón

Inicialización aleatoria de  $\mathbf{W}$  y  $\mathbf{b}$ .  
Desde  $epocas = 1$  a  $N_{epocas}$  repetir  
    Desde  $q = 1$  a  $Q$  repetir  
         $\mathbf{a}_q = \text{hardlim}(\mathbf{W}\mathbf{p}_q + \mathbf{b})$   
         $\mathbf{e}_q = \mathbf{t}_q - \mathbf{a}_q$   
         $\mathbf{W} = \mathbf{W} + \mathbf{e}_q \mathbf{p}_q^T$   
         $\mathbf{b} = \mathbf{b} + \mathbf{e}_q$   
    Fin  
Fin

**Donde:**

$\mathbf{W}$ : Matriz de pesos sinápticos

$\mathbf{b}$ : Vector de polarización

$\mathbf{P}$ : Matriz de entradas

$\mathbf{p}_q$ : Vector de la entrada del ejemplo q-ésimo

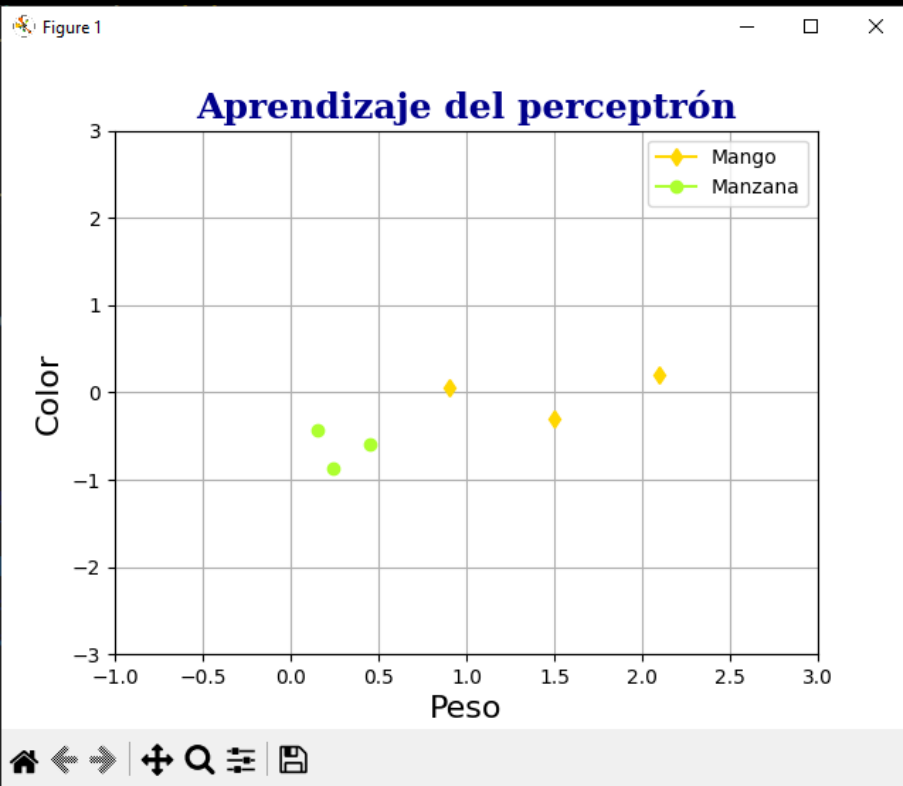
$\mathbf{t}_q$ : Respuesta del ejemplo q-ésimo

$(\mathbf{p}_q, \mathbf{t}_q)$ : Ejemplo de entrenamiento q-ésimo

*hardlim*: es la función escalón

$\mathbf{a}_q$ : Salida predicha para el ejemplo q-ésimo

$\mathbf{e}_q$ : Error del ejemplo q-ésimo



Ejemplo de entrenamiento

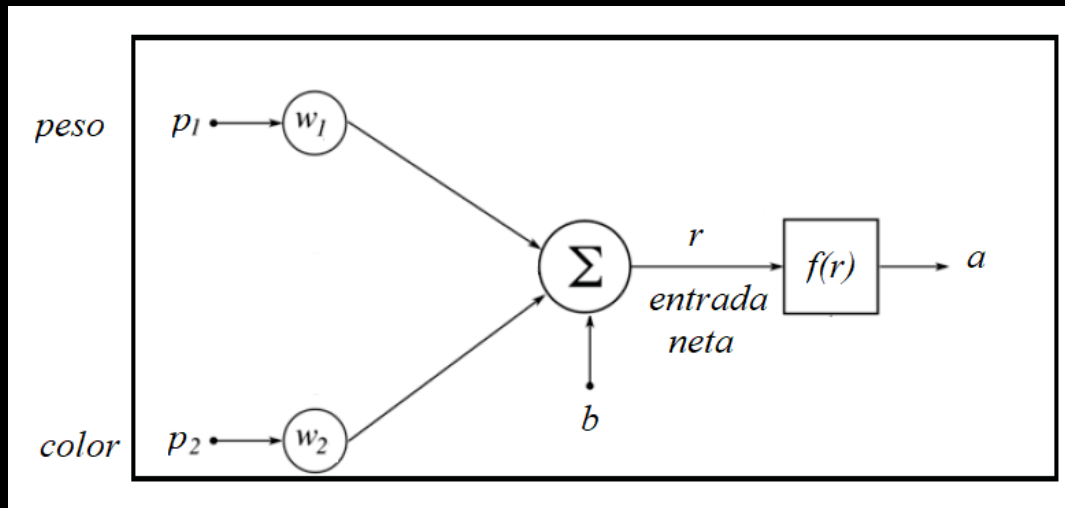


$P = \begin{bmatrix} 1.5 & 0.9 & 2.1 & 0.24 & 0.45 & 0.15 \\ -0.3 & 0.05 & 0.2 & -0.87 & -0.6 & -0.43 \end{bmatrix}$  (Peso) (Color)  
 $t = [1, 1, 1, 0, 0, 0]$  (Clase verdadera)  
 <Clase 1 = mango>, <Clase 0 = manzana>

# Inicialización aleatoria de los pesos sinápticos y del sesgo

W inicial (aleatorio): [ 0.39293837 -0.42772133]

b inicial (aleatorio): -0.5462970928715938



Inicialización aleatoria de **W** y **b**.

Desde  $epocas = 1$  a  $N_{epocas}$  repetir

Desde  $q = 1$  a  $Q$  repetir

$$\mathbf{a}_q = \text{hardlim}(\mathbf{W}\mathbf{p}_q + \mathbf{b})$$

$$\mathbf{e}_q = \mathbf{t}_q - \mathbf{a}_q$$

$$\mathbf{W} = \mathbf{W} + \mathbf{e}_q \mathbf{p}_q^T$$

$$\mathbf{b} = \mathbf{b} + \mathbf{e}_q$$

Fin

Fin

# Época 1, ejemplo de entrenamiento 0

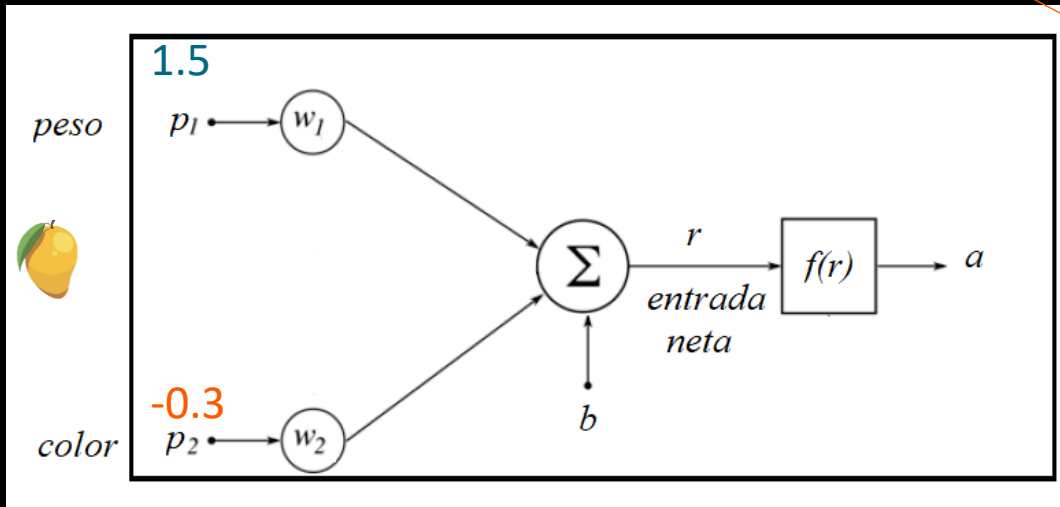
Época : 1  
Ejemplo de entrenamiento q: 0  
Entrada neta r: 0.17142686295176346  
Clases reales (t): [1, 1, 1, 0, 0, 0]  
Clases predichas (a): [1, 'nan', 'nan', 'nan', 'nan', 'nan']  
Vector de errores (e): [0, 'nan', 'nan', 'nan', 'nan', 'nan']  
W actual: [ 0.39293837 -0.42772133]  
b actual: -0.5462970928715938

Inicialización aleatoria de **W** y **b**.  
Desde  $epocas = 1$  a  $N_{epocas}$  repetir  
    Desde  $q = 1$  a  $Q$  repetir  
         $a_q = \text{hardlim}(Wp_q + b)$   
         $e_q = t_q - a_q$   
         $W = W + e_q p_q^T$   
         $b = b + e_q$   
    Fin  
Fin

$$e[0] = t[0] - a[0] = 1 - 1 = 0$$

Clase mango: t=1

$$r = 0.392938(1.5) - 0.427721(-0.3) - 0.546297 = 0.17142686295176346$$



a=1

```
def Hardlim(r):  
    a=0  
    if r>0:  
        a=1  
    return a
```

$$W = [0.392938 \quad -0.427721] + 0[1.5 \quad -0.3] =$$

$$, b = -0.546297 + 0 =$$

# Época 1, ejemplo de entrenamiento 1...

```

Época : 1
Ejemplo de entrenamiento q: 1
Entrada neta r: -0.21403862530040485
Clases reales (t): [1, 1, 1, 0, 0, 0]
Clases predichas (a): [1, 0, 'nan', 'nan', 'nan', 'nan']
Vector de errores (e): [0, 1, 'nan', 'nan', 'nan', 'nan']
W actual: [ 1.29293837 -0.37772133]
b actual: 0.4537029071284062
    
```

```

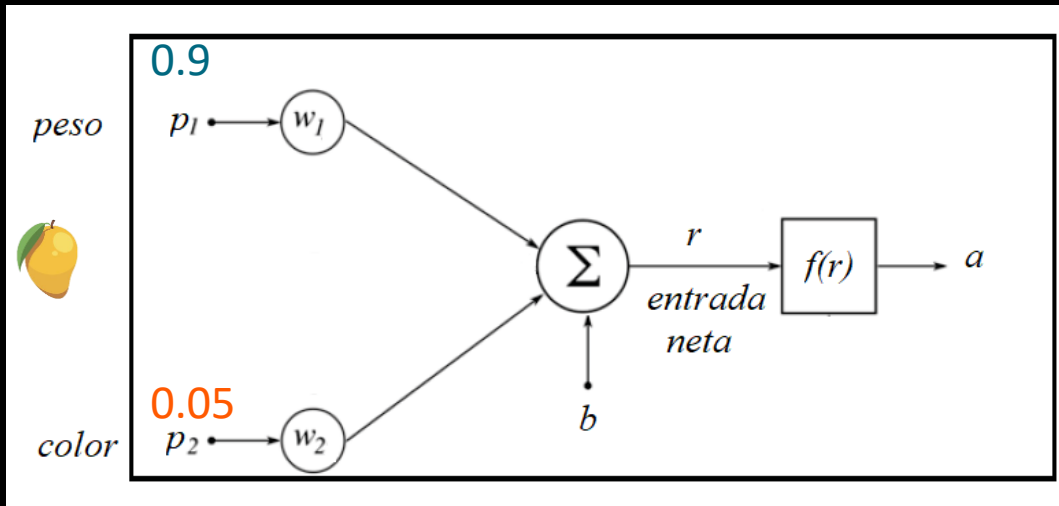
Inicialización aleatoria de W y b.
Desde  $epocas = 1$  a  $N_{epocas}$  repetir
    Desde  $q = 1$  a  $Q$  repetir
         $a_q = \text{hardlim}(Wp_q + b)$ 
         $e_q = t_q - a_q$ 
         $W = W + e_q p_q^T$ 
         $b = b + e_q$ 
    Fin
Fin
    
```

$$e[1] = t[1] - a[1] = 1 - 0 = 1$$

Clase mango:  $t=1$

$$r = 0.392938(0.9) - 0.427721(0.05) - 0.546297 = -0.214039$$

$$a=0$$



```

def Hardlim(r):
    a=0
    if r>0:
        a=1
    return a
    
```

$$W = [0.392938 \quad -0.427721] + 1[0.9 \quad 0.05] =$$

$$, b = -0.546297 + 1 =$$

## ...Época 2, ejemplo de entrenamiento 5

Época : 2

Ejemplo de entrenamiento q: 5

Entrada neta r: -0.6000361652495616

Clases reales (t): [1, 1, 1, 0, 0, 0]

Clases predichas (a): [1, 1, 1, 0, 0, 0]

Vector de errores (e): [0, 0, 0, 0, 0, 0]

W actual: [1.05293837 0.49227867]

b actual: -0.5462970928715938

