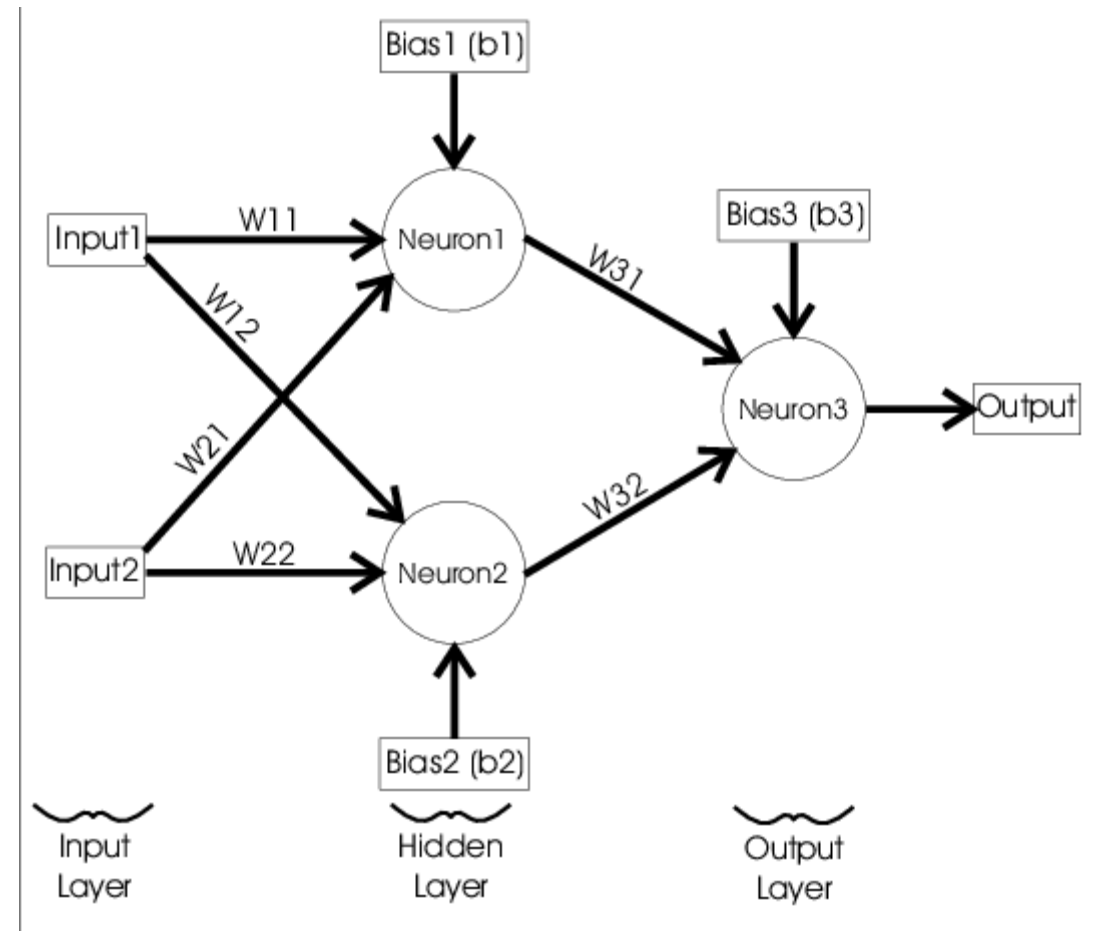


$$\begin{bmatrix} \text{I} & \text{I} \\ \text{n} & \text{n} \\ \text{p} & \text{p} \\ \text{u} & \text{u} \\ \text{t} & \text{t} \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \text{Estimulos} :: \text{Input}$$

$$\begin{bmatrix} W_{11} & W_{21} \\ W_{12} & W_{22} \end{bmatrix} \text{Pesos Iniciales}$$

$$[b_1 \quad b_2] \text{Sesgos Iniciales}$$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{valores esperados} = Y (\text{Output})$$

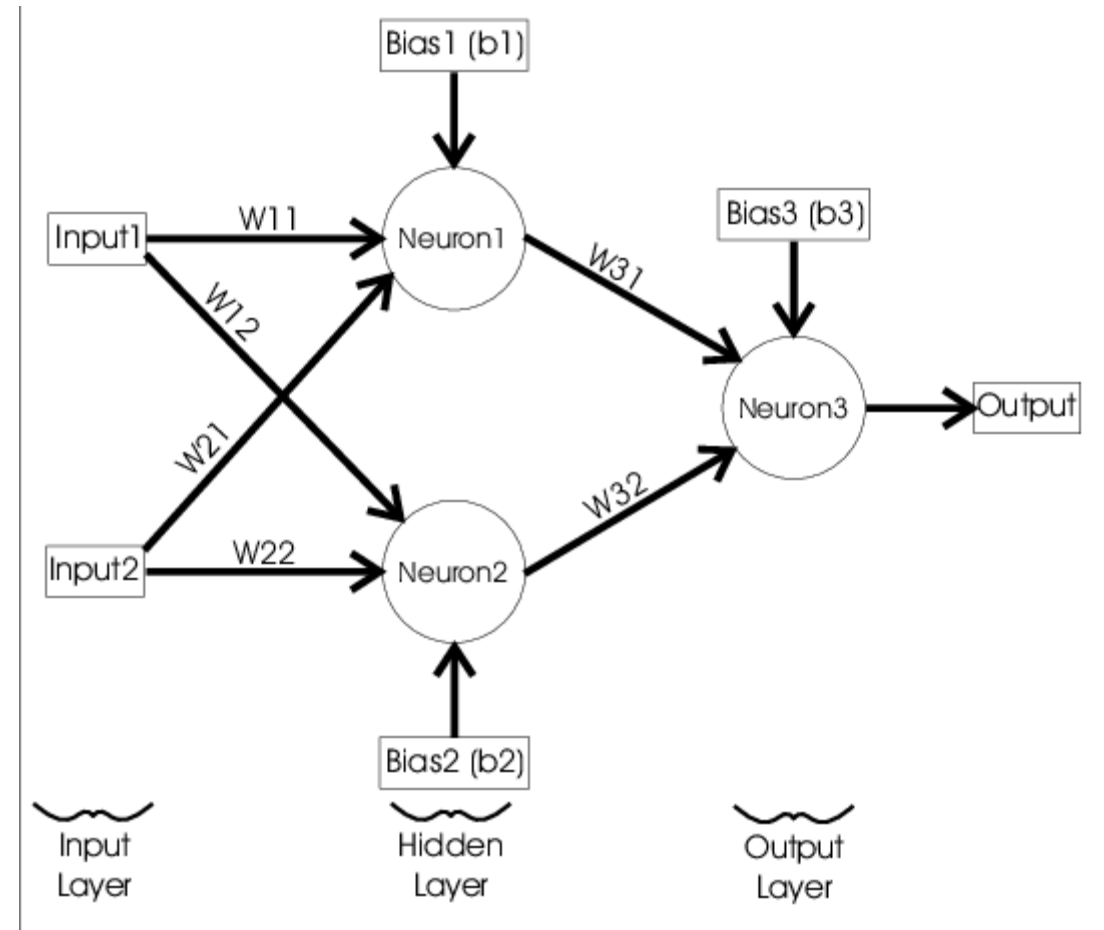


$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \text{Estimulos} :: \text{Input}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \text{Pesos Iniciales}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix} \text{Sesgos Iniciales}$$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{valores esperados} = Y (\text{Output})$$



Camino 1 Camino 2

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

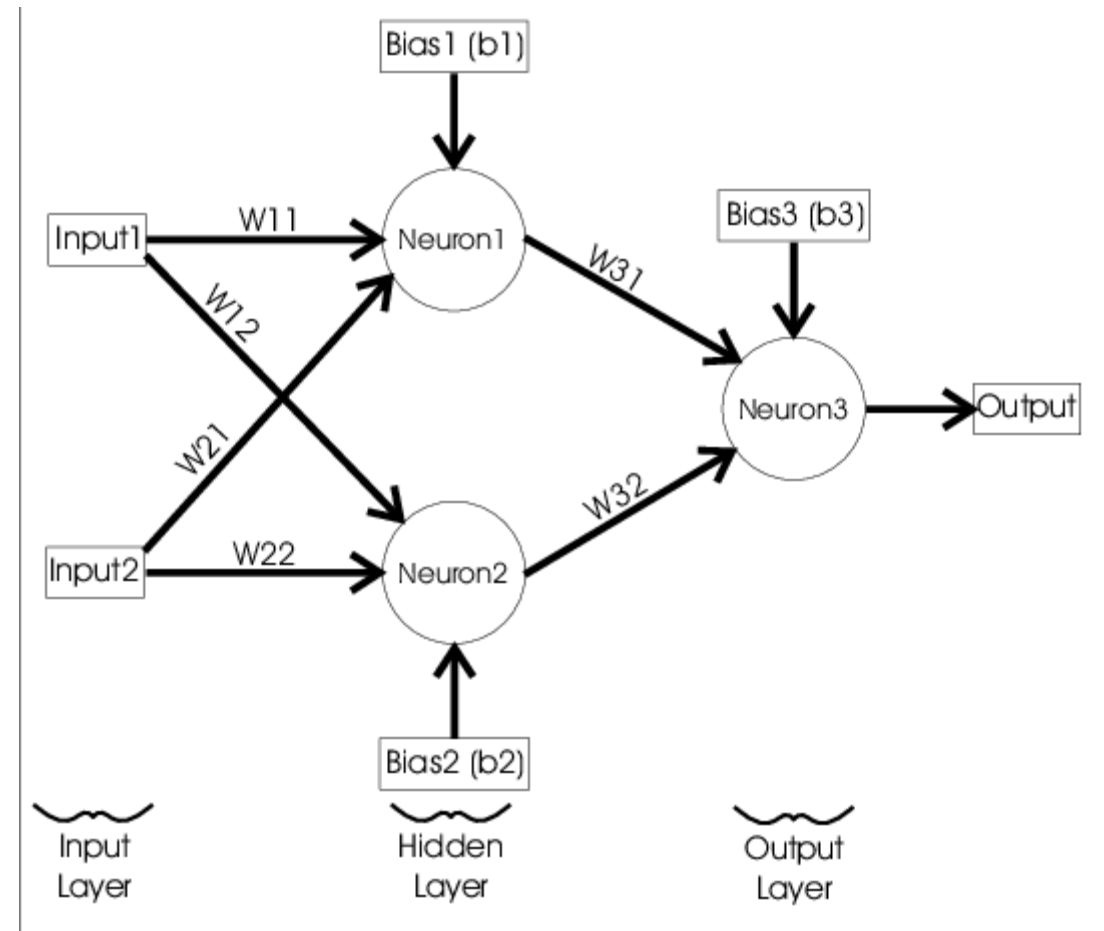
*Estimulos :: Input*

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

*Pesos Iniciales*

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 \end{bmatrix}$$

*Sesgos Iniciales*



$$z = XW + S \quad :: \text{X Estimulos} \quad :: \text{W Pesos (Weight)} \quad :: \text{S Sesgo (Bias)}$$

# Neurona

$$X * W = e @ p = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ es un producto de arrays de } (4 * 2) * (2 * 2) = (4 * 2)$$

$$\begin{bmatrix} (0 * 1) + (0 * 1) & (0 * 1) + (0 * 1) \\ (0 * 1) + (1 * 1) & (0 * 1) + (1 * 1) \\ (1 * 1) + (0 * 1) & (1 * 1) + (0 * 1) \\ (1 * 1) + (1 * 1) & (1 * 1) + (1 * 1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{bmatrix}$$

$$XW + S = e @ p + S = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{bmatrix} + [0 \ 0] = \begin{bmatrix} 0 + 0 & 0 + 0 \\ 1 + 0 & 1 + 0 \\ 1 + 0 & 1 + 0 \\ 2 + 0 & 2 + 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{1} & \mathbf{1} \\ \mathbf{1} & \mathbf{1} \\ \mathbf{2} & \mathbf{2} \end{bmatrix} = \mathbf{z}$$

Hace falta activar la neurona. Entonces ocuparemos una función de activación, hay varias, pero se ocupará la sigmoide por ser monótona

$$f = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

$z = XW + S$  :: X Estimulos :: W Pesos (Weight) :: S Sesgo (Bias)

$$z = XW + S = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \end{bmatrix} \Rightarrow f(z) = \begin{bmatrix} .5 & .5 \\ .73105858 & .73105858 \\ .73105858 & .73105858 \\ .88079708 & .88079708 \end{bmatrix}$$

**f(z) ahora son los nuevos estímulos para la siguiente capa. A éste paso se le llama sinapsis.**

$$f(z) = \begin{bmatrix} .5 & .5 \\ .73105858 & .73105858 \\ .73105858 & .73105858 \\ .88079708 & .88079708 \end{bmatrix}$$

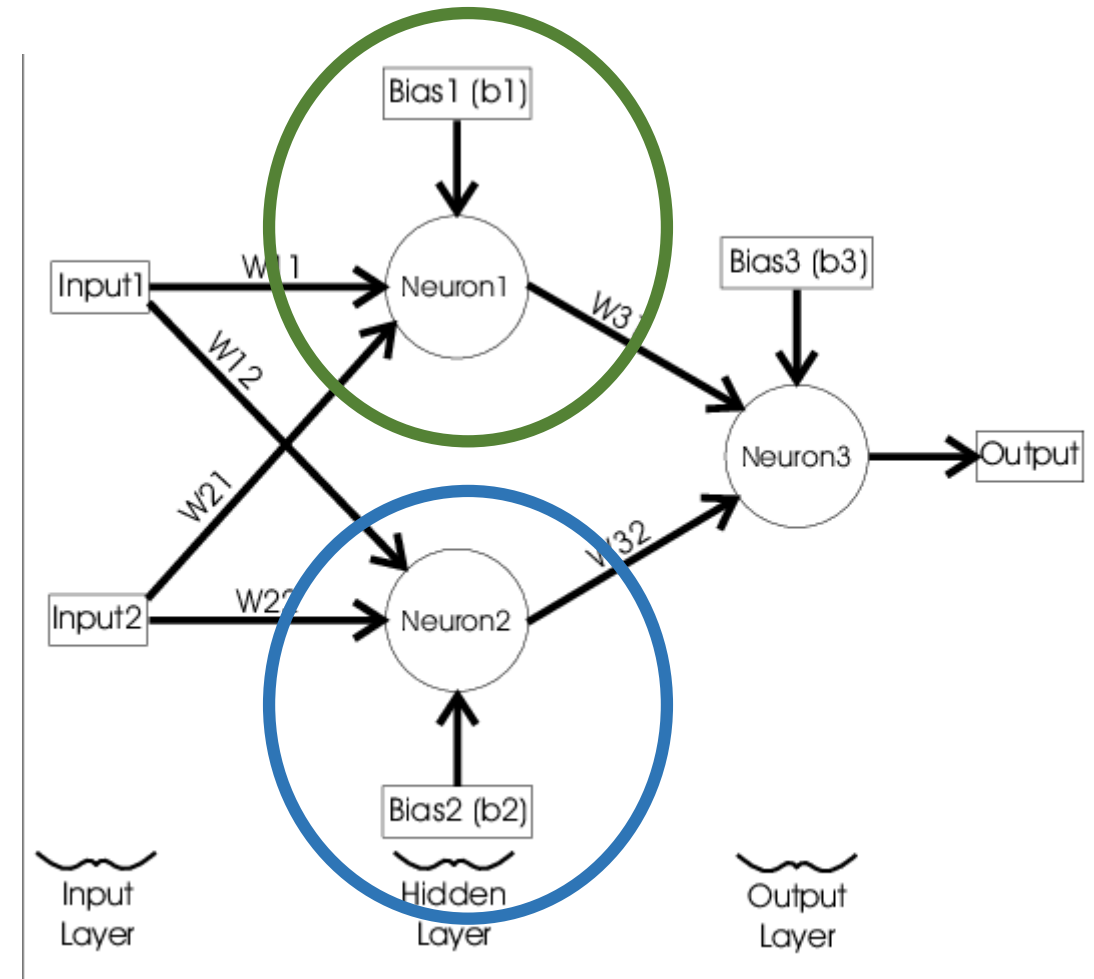
$$X1 = e1 \quad X2 = e2$$

$$Pesos = w = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$Sesgos = s = (0)$$

$$X = [X1, X2] = \text{Estímulos}$$

Se hace el intercambio, ahora los estímulos para la neurona 3, son las funciones de activación de las neuronas 1 y 2



$$X * W = e @ p = \begin{bmatrix} .5 & .5 \\ .73 & .73 \\ .73 & .73 \\ .88 & .88 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow (4 * 2) * (2 * 1) = (4 * 1)$$

$$\Rightarrow XW = \begin{bmatrix} .5 & .5 \\ .73105858 & .73105858 \\ .73105858 & .73105858 \\ .88079708 & .88079708 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = z$$

$$\begin{aligned} (0.5 * 1) + (0.5 * 1) &= 1 \\ (0.73105858 * 1) + (0.73105858 * 1) &= 1.4621172 \\ (0.73105858 * 1) + (0.73105858 * 1) &= 1.4621172 \\ (0.88079708 * 1) + (0.88079708 * 1) &= 1.7615942 \end{aligned}$$

$$XW + S = \begin{bmatrix} 1 \\ 1.46 \\ 1.46 \\ 1.76 \end{bmatrix} + [0] = \begin{bmatrix} 1 \\ 1.46 \\ 1.46 \\ 1.76 \end{bmatrix} = z \qquad f(z) = \begin{bmatrix} .731 \\ .811 \\ .811 \\ .853 \end{bmatrix}$$

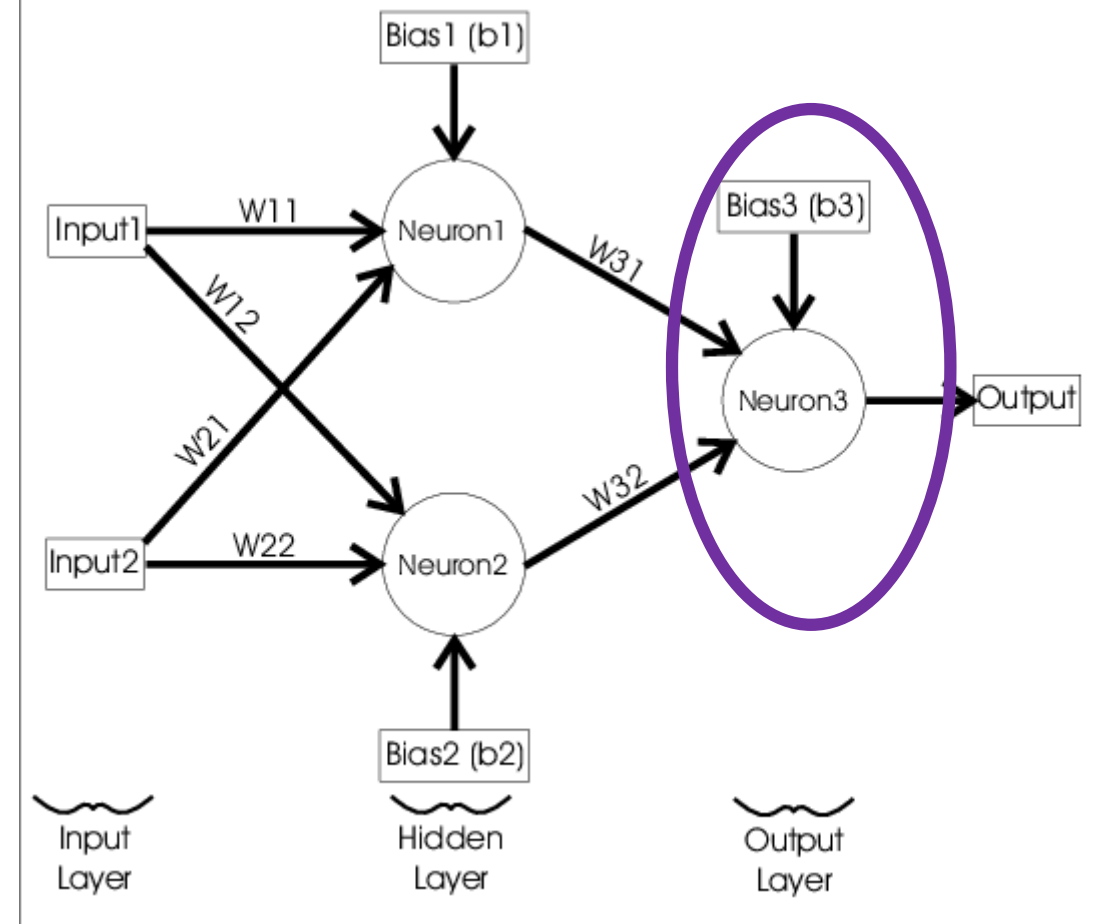
$$f(z) = \begin{bmatrix} .731 \\ .811 \\ .811 \\ .853 \end{bmatrix}$$

Es lo que decimos que debe ser la salida, pero...

$$Output = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

El output es totalmente distinto, hay que medir el error de ésta última capa

$$prom \begin{pmatrix} (.731 - 0)^2 \\ (.811 - 1)^2 \\ (.811 - 1)^2 \\ (.853 - 0)^2 \end{pmatrix} = prom \begin{pmatrix} .534 \\ .035 \\ .035 \\ .728 \end{pmatrix} = .333 \text{ es el error}$$

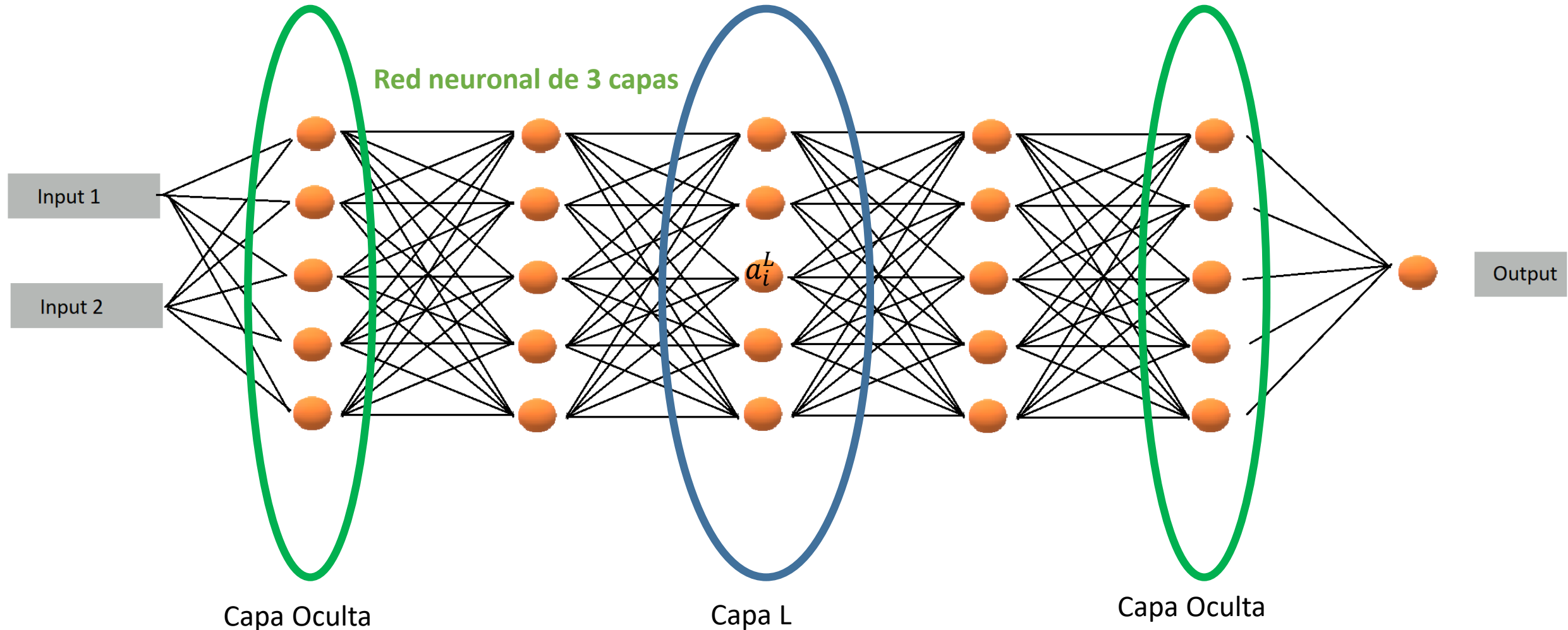


Hint: Se eleva al cuadrado para minimizar el error y castigar a los valores altos



Entonces hay que ajustar los pesos de cada neurona en cada capa, para que cada una tenga su responsabilidad. Para esto es necesario incluir el concepto de capa. Una capa es el conjunto de neuronas que se activan al mismo tiempo con estímulos de las neuronas anteriores.

$\Rightarrow \mathbf{a}^L = f(\mathbf{z}) = f^L(\mathbf{w}^L \mathbf{a}^{L-1} + \mathbf{b}^L)$  Solo es cambio de notación para hacer referencia a capas















## Fuentes:

- Algebra Lineal. Grossman
- Neural Network Design. Hagan Demuth Beale De Jesús
- Videos de youtube de apoyo
  - <https://youtu.be/MRIv2lwFTPg>
  - <https://youtu.be/uwbHOpp9xkc>
  - [https://youtu.be/eNIqz\\_noix8](https://youtu.be/eNIqz_noix8)
  - <https://youtu.be/M5QHwkkHgAA>
  - <https://youtu.be/kPRA0W1kECg>
  - <https://youtu.be/vmT3XUBoxiQ>
  - <https://youtu.be/S0RtR2Yllzk>
  - <https://youtu.be/DSMCZZGbZo4>