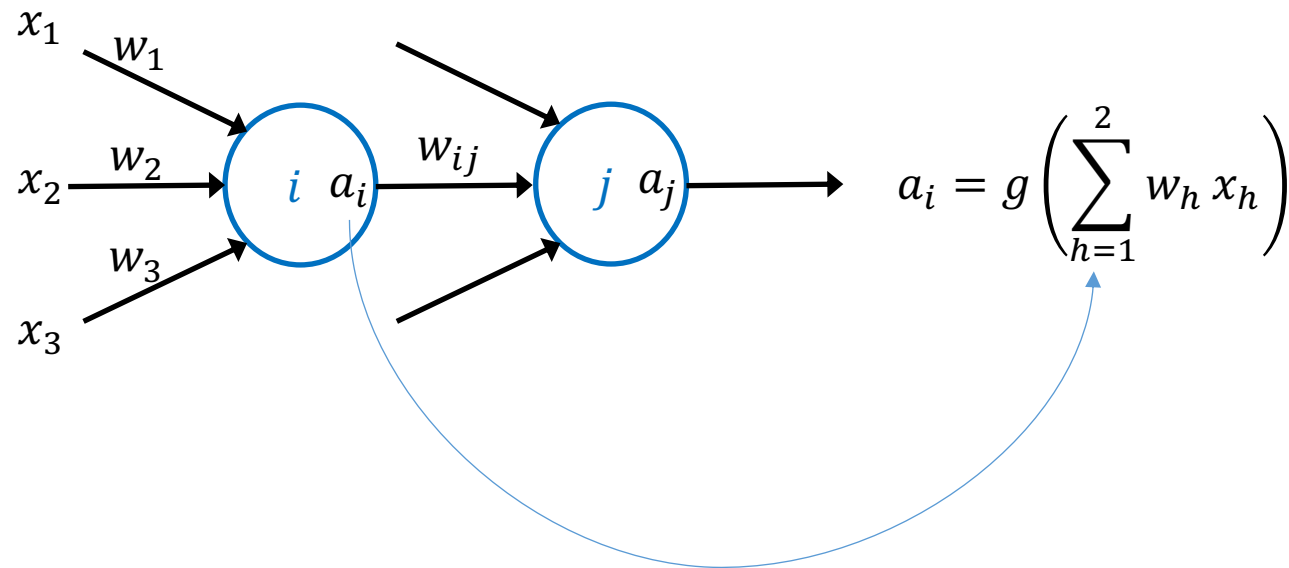


## Tema 4: Redes neuronales multicapa

- Nodos y enlaces.
- Como conectar varias neuronas.
- Propagación en redes hacia adelante (feedforward).
- Ejemplo de propagación.

# Redes neuronales artificiales:

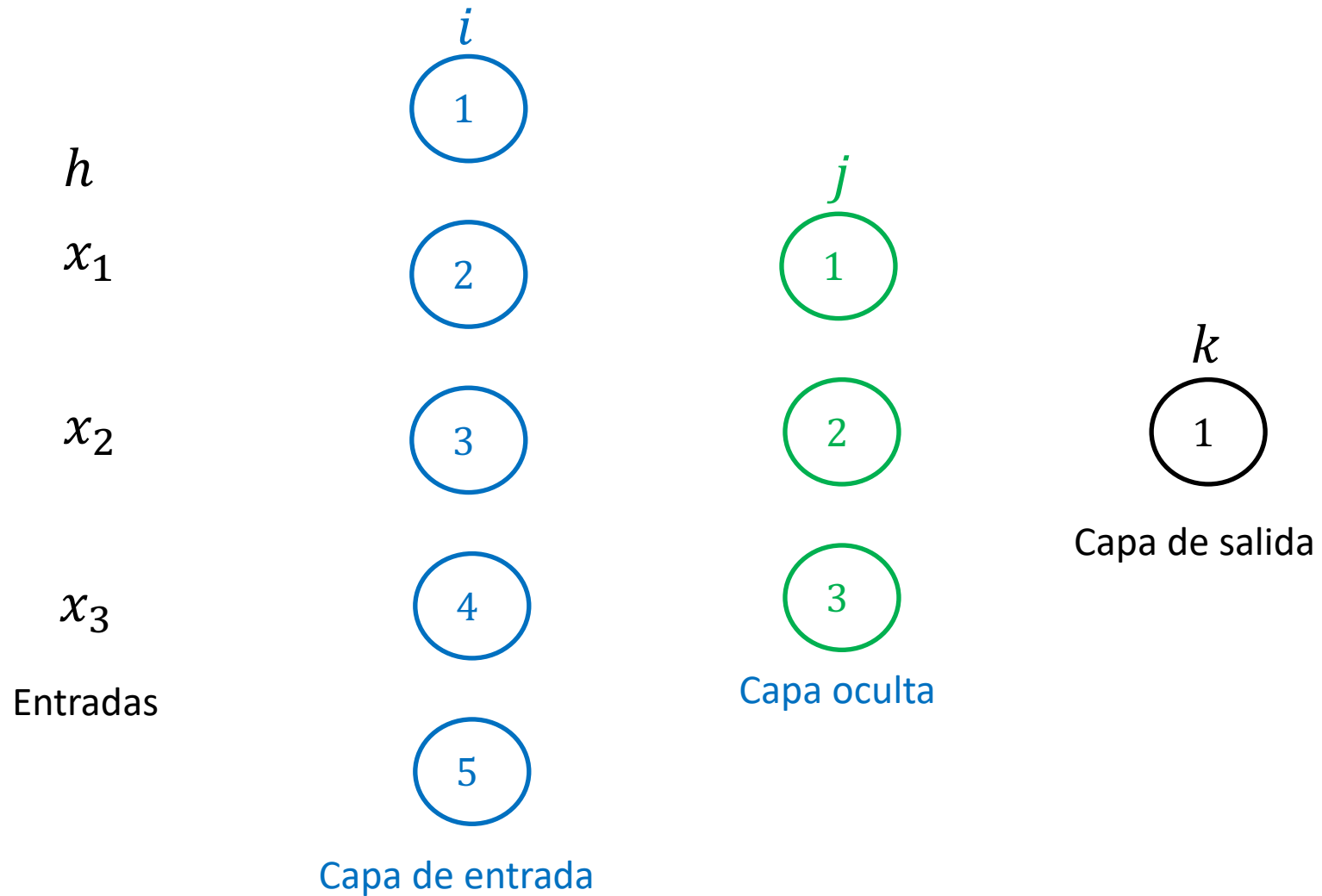
- Las redes neuronales se componen de:
  - **Nodos o unidades, las neuronas de la red.**
  - **Enlaces, conectan los nodos de la red.**
    - Un enlace de la unidad  $i$  a la unidad  $j$  propagar la activación  $a_i$  de  $i$  a  $j$ .
    - Los enlaces tienen un peso,  $w_{i,j}$  que determina el signo y la fortaleza de la conexión.



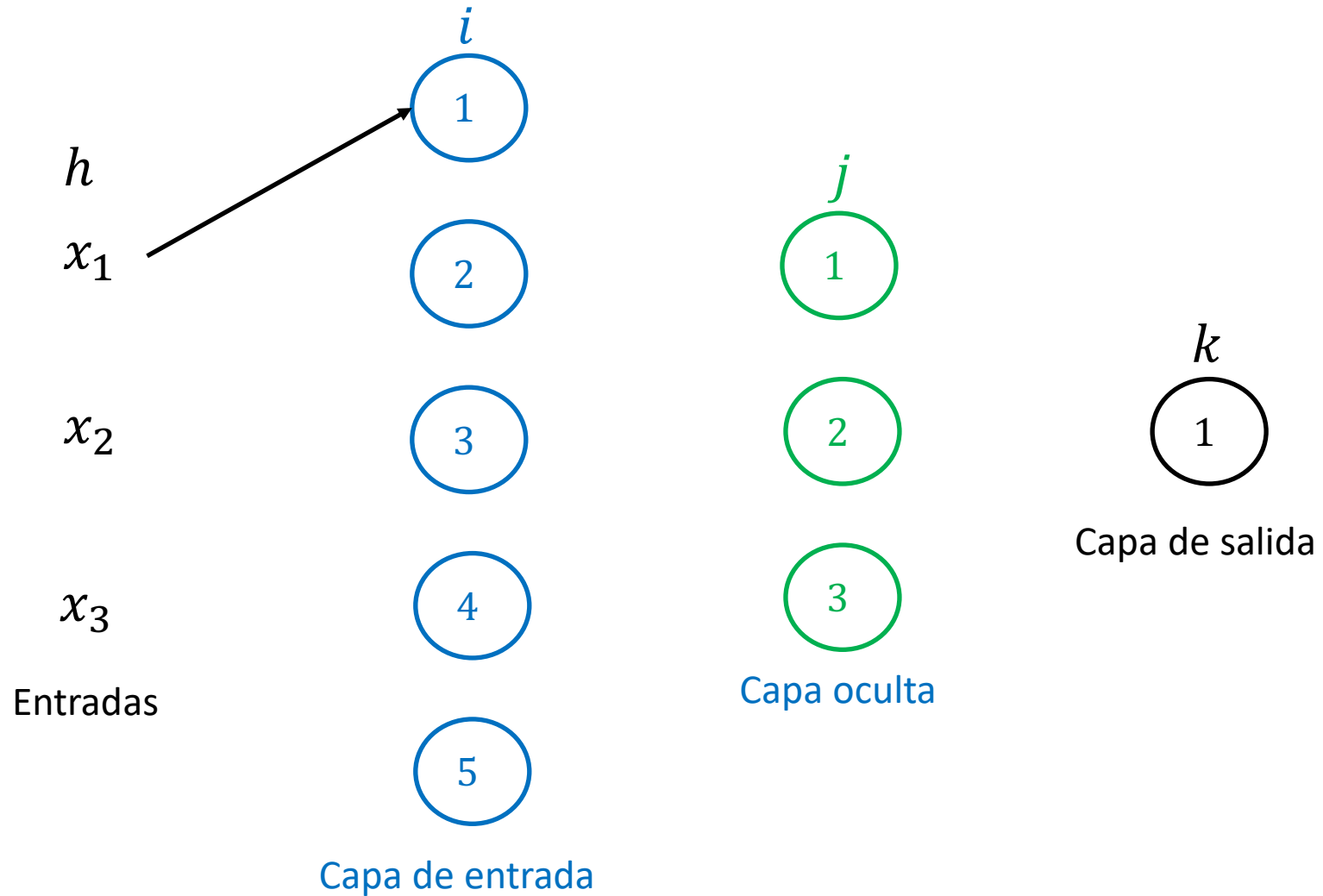
# Redes neuronales artificiales:

- ¿Cómo conectamos la red?
  - Configuración hacia delante, feed-forward:
    - No tienen lazos de realimentación. Las conexiones van en una única dirección desde las entradas hacia las salidas.
  - Configuración hacia atrás, recurrente:
    - Tienen lazos de realimentación. Las salidas se realimentan hacia las entradas.

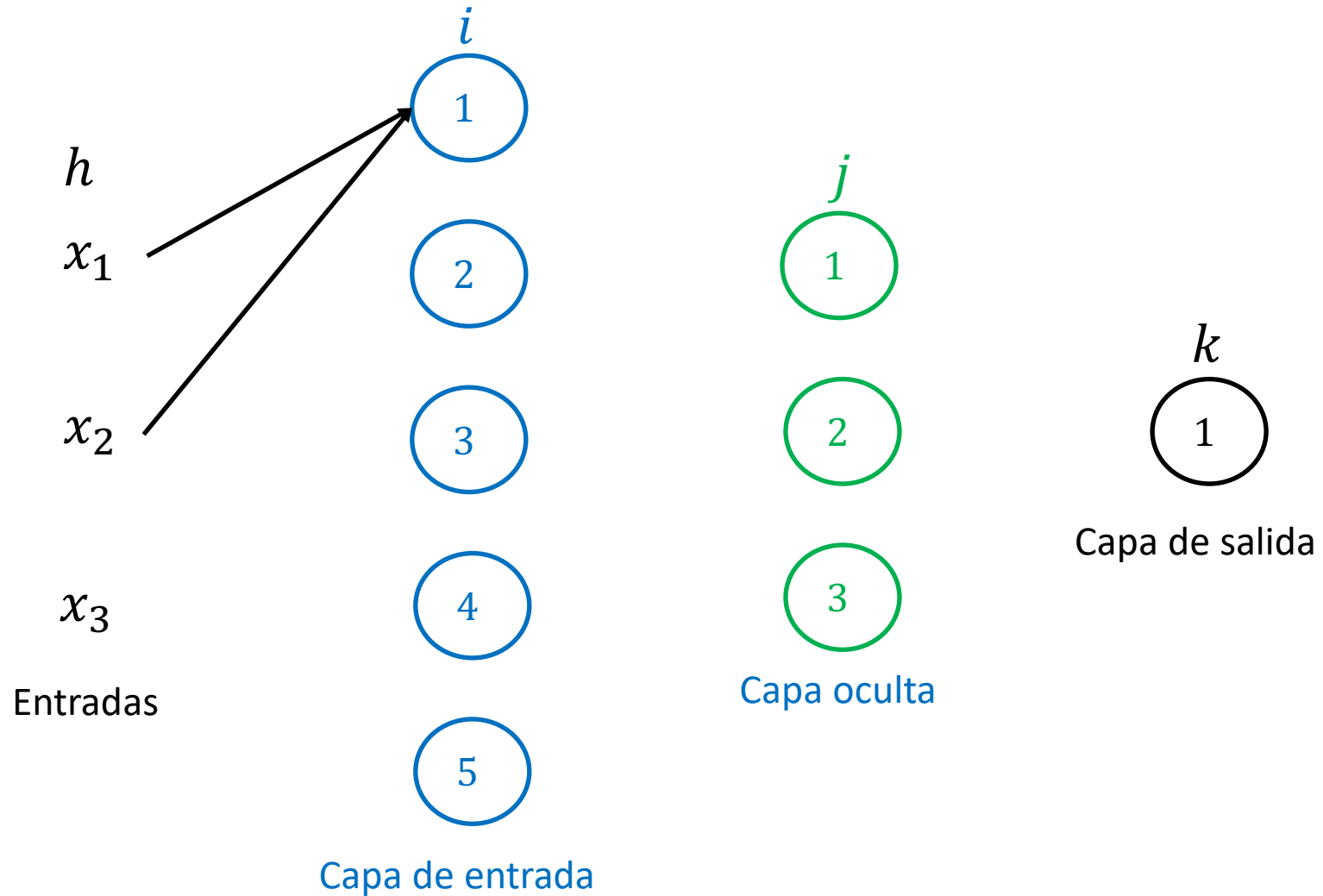
# Redes neuronales artificiales:



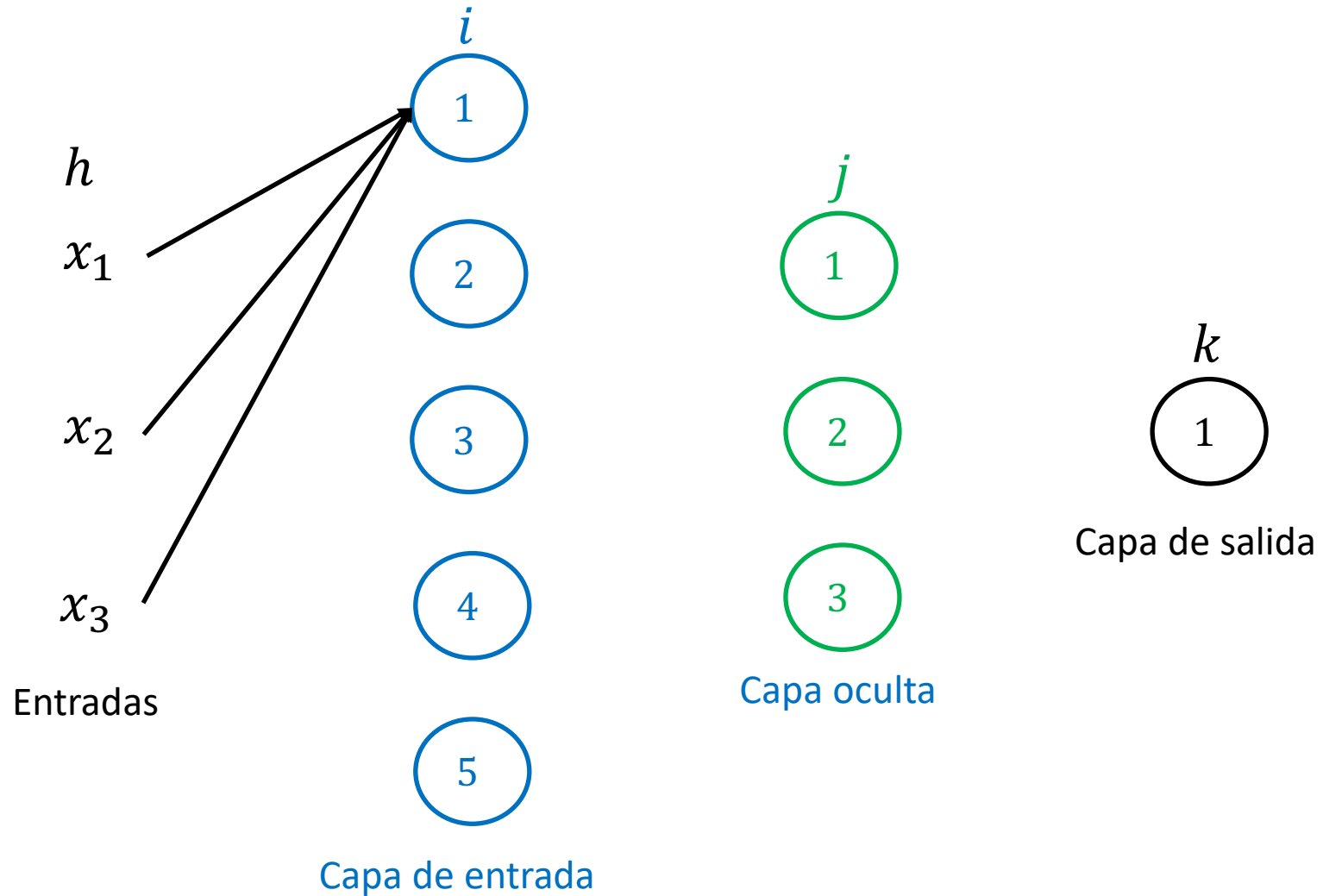
# Redes neuronales artificiales:



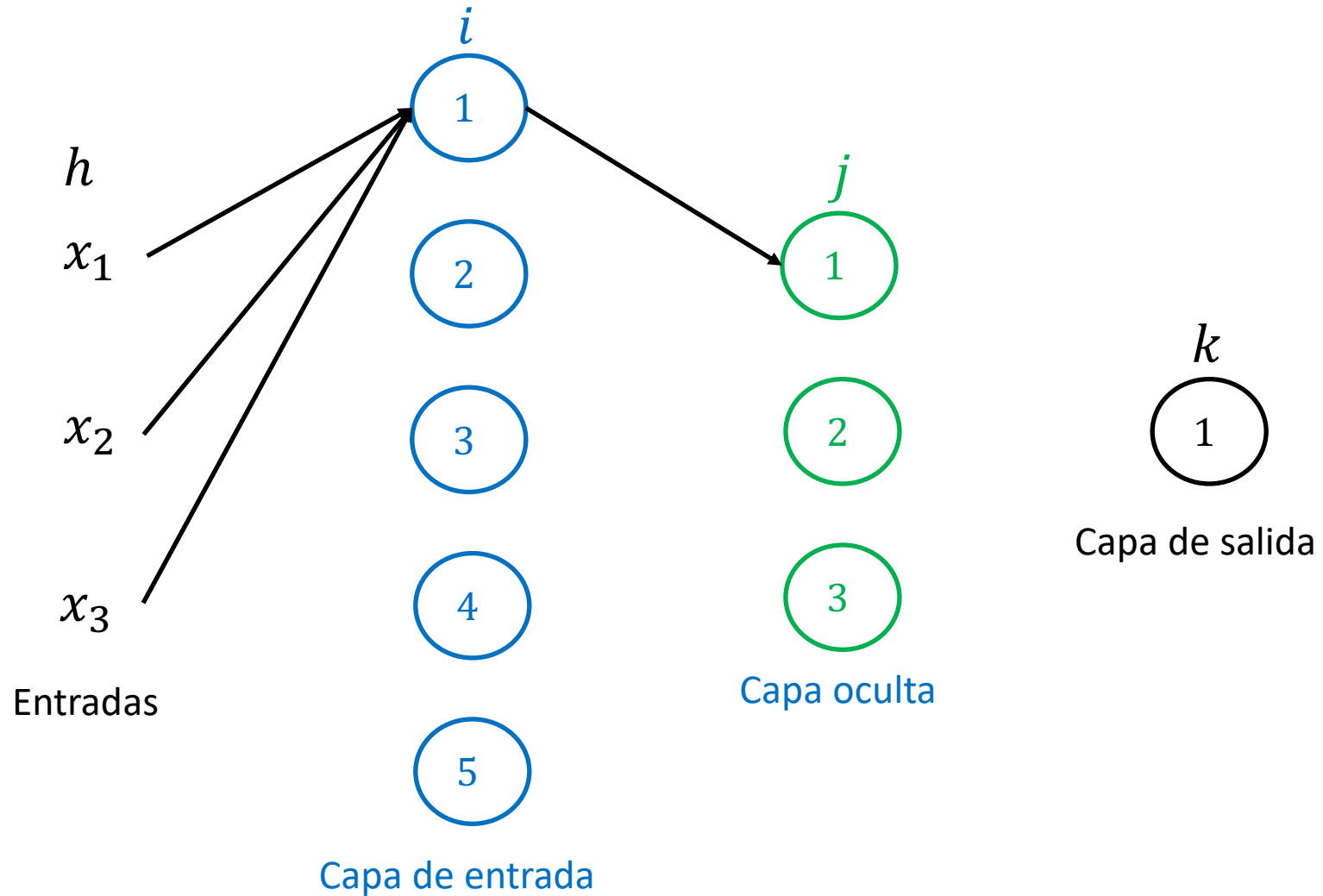
# Redes neuronales artificiales:



# Redes neuronales artificiales:

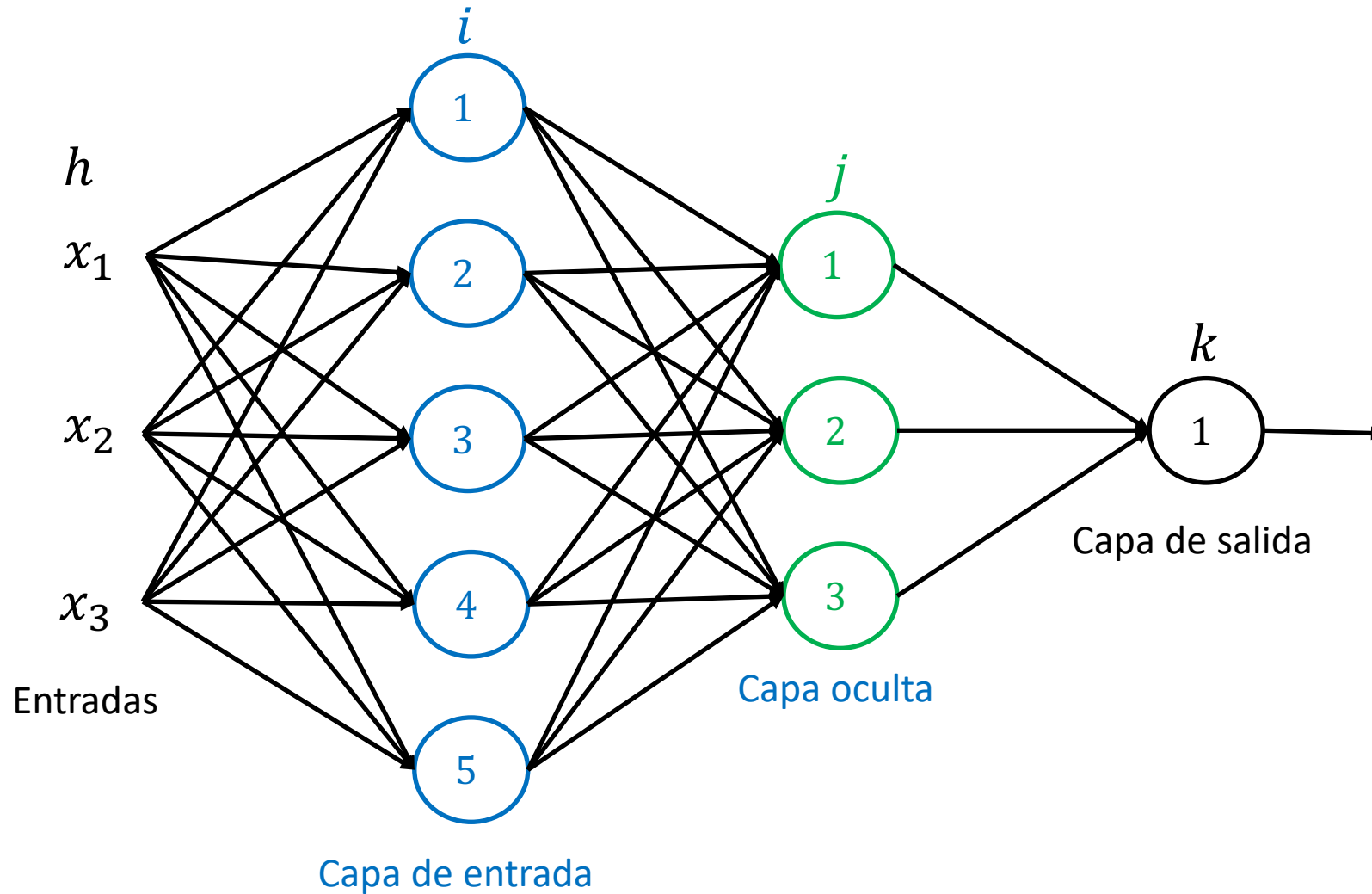


# Redes neuronales artificiales:

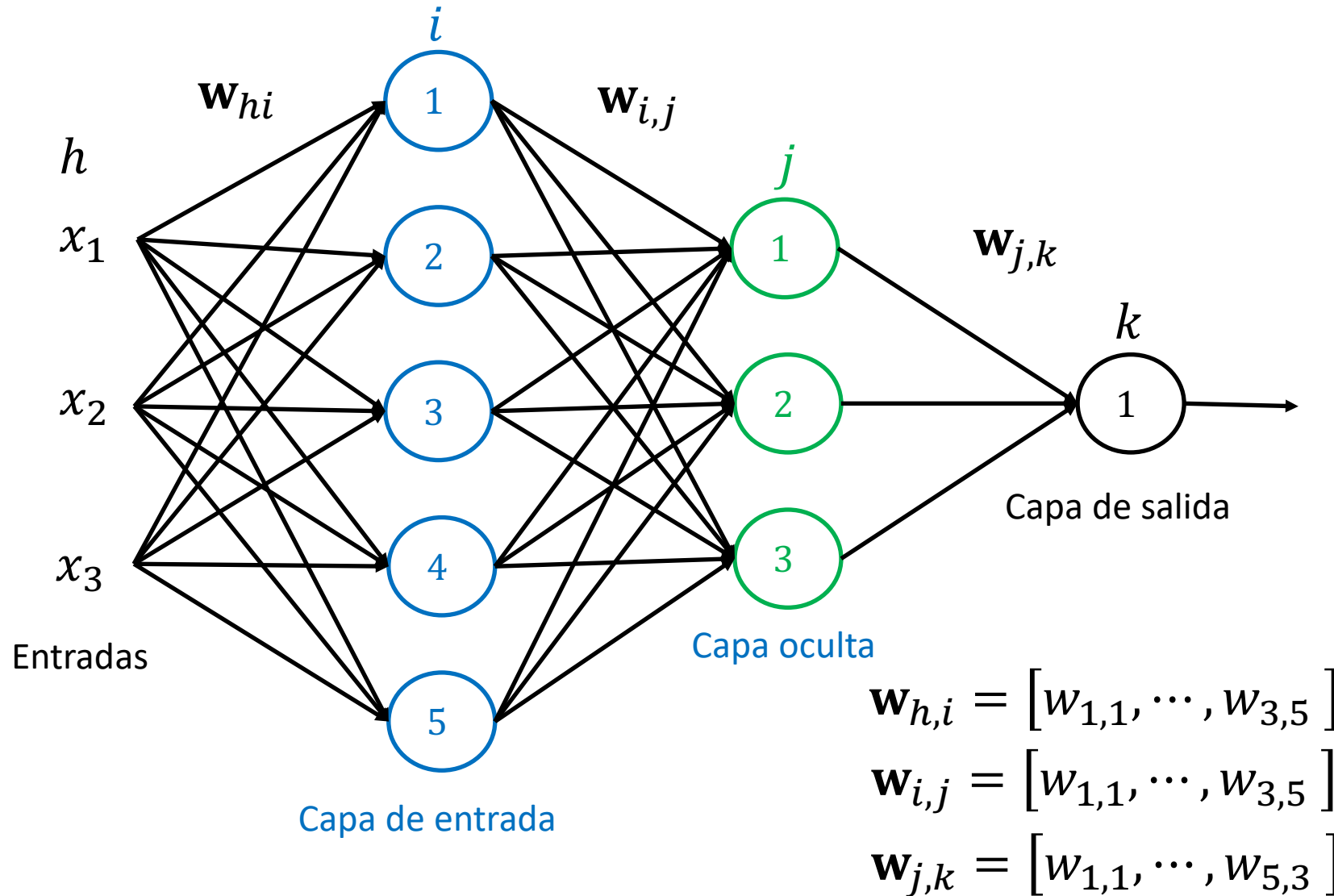




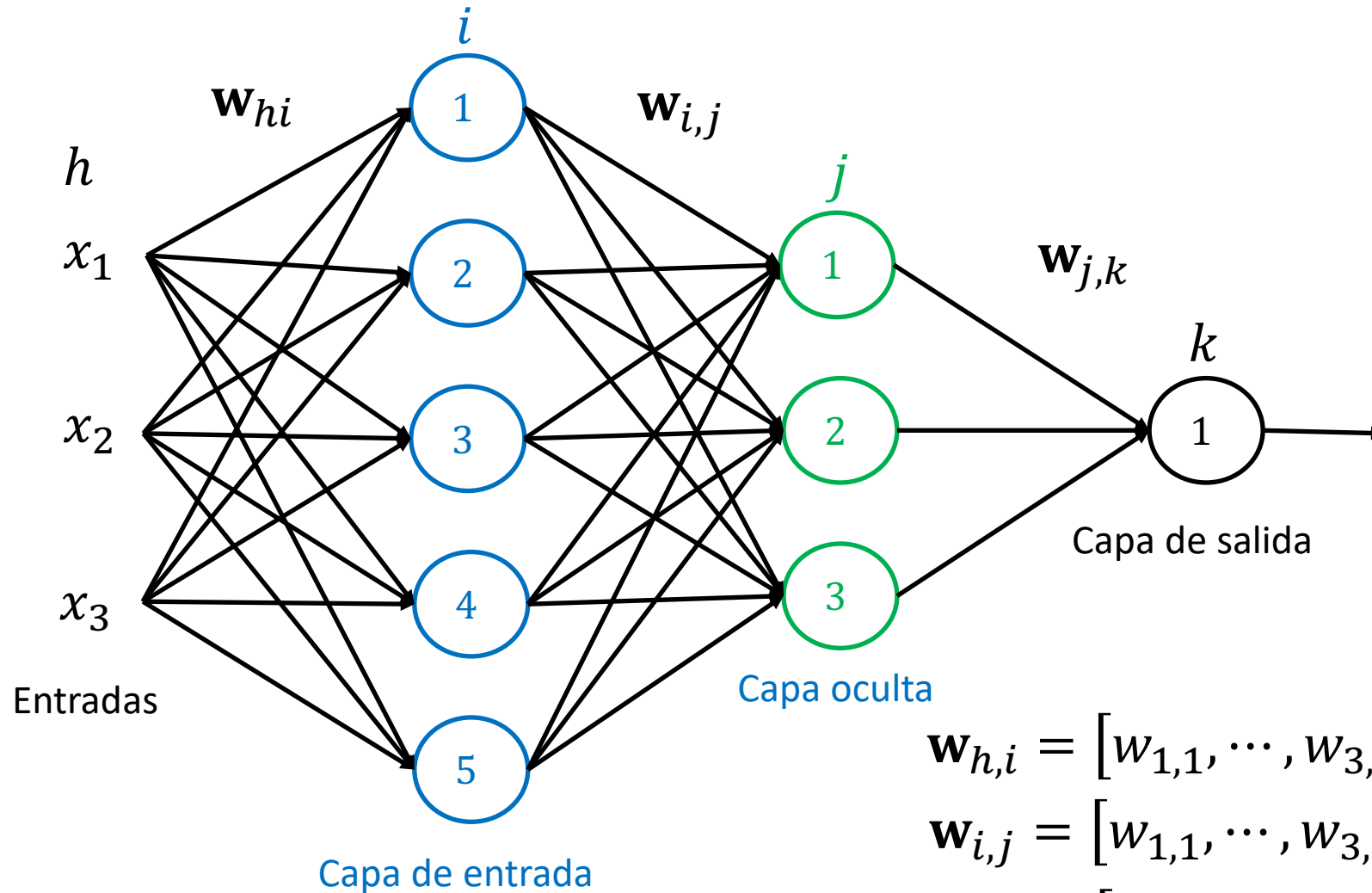
# Redes neuronales artificiales:



# Redes neuronales artificiales:



# Redes neuronales artificiales:



$$\mathbf{w}_{h,i} = [w_{1,1}, \dots, w_{3,5}] \Rightarrow 15 \text{ pesos}$$

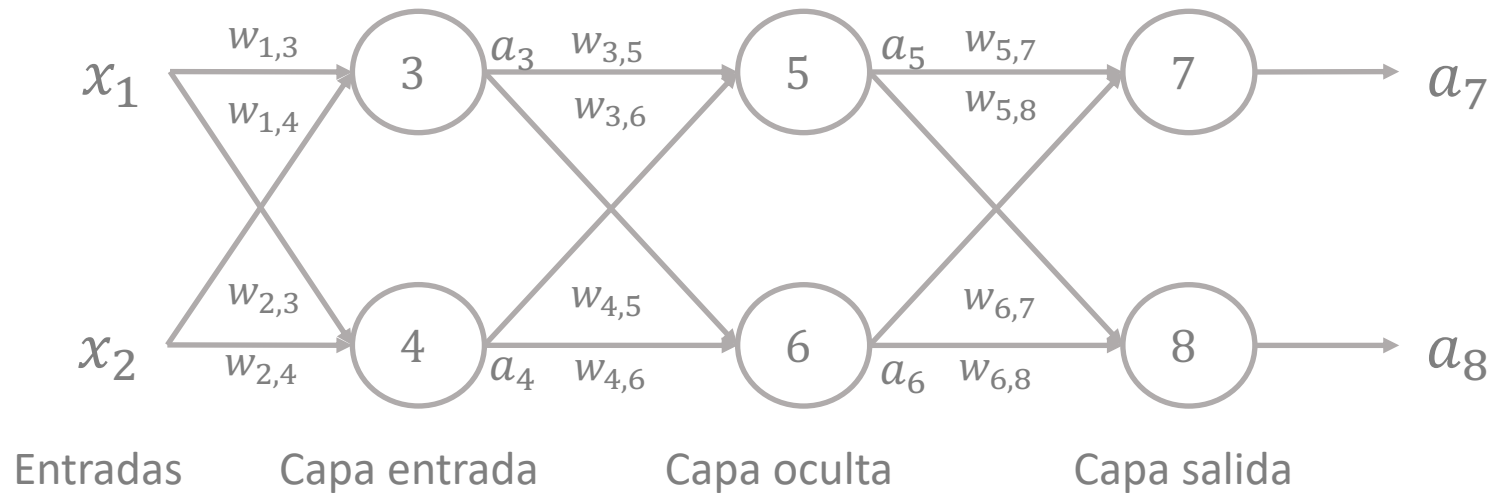
$$\mathbf{w}_{i,j} = [w_{1,1}, \dots, w_{3,5}] \Rightarrow 15 \text{ pesos}$$

$$\mathbf{w}_{j,k} = [w_{1,1}, \dots, w_{5,3}] \Rightarrow 3 \text{ pesos}$$

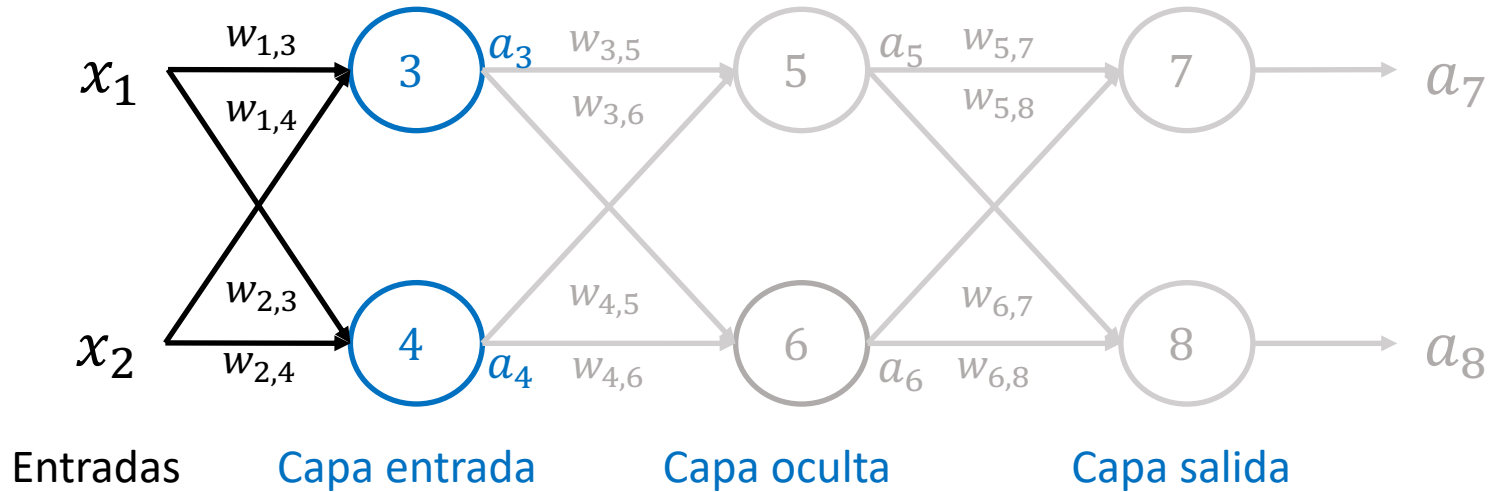
# Redes neuronales artificiales:

- Propagación de las entradas (feed-forward):
  1. Capa de entrada, se calcula la suma ponderada para cada unidad o neurona  $h$  a partir de las entradas:
    - $in_i = \sum_{h=0}^n w_{h,i} x_h$ .
  2. Se aplica la función de activación para cada unidad:
    - $a_i = g(in_i)$ .  $a_i$  son las salidas de las unidades o neuronas  $i$ .
  3. Se repite el proceso para las diferentes capas de la red:
    - $in_j = \sum_{i=0}^n w_{i,j} a_i \Rightarrow a_j = g(in_j)$ .  $a_j$  son las salidas de las unidades o neuronas  $j$ .

# Redes neuronales multicapa feed-forward:



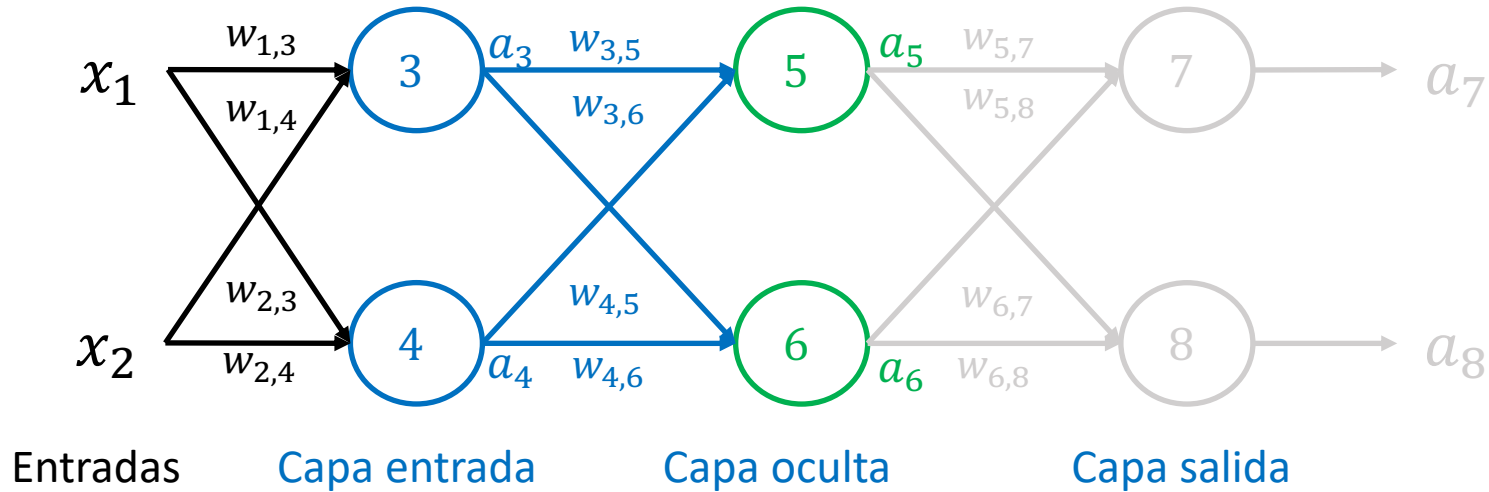
# Redes neuronales multicapa feed-forward:



## 1. Unidades 3 y 4:

- $a_3 = g(x_1w_{1,3} + x_2w_{2,3})$ .
- $a_4 = g(x_1w_{1,4} + x_2w_{2,4})$ .

# Redes neuronales multicapa feed-forward:



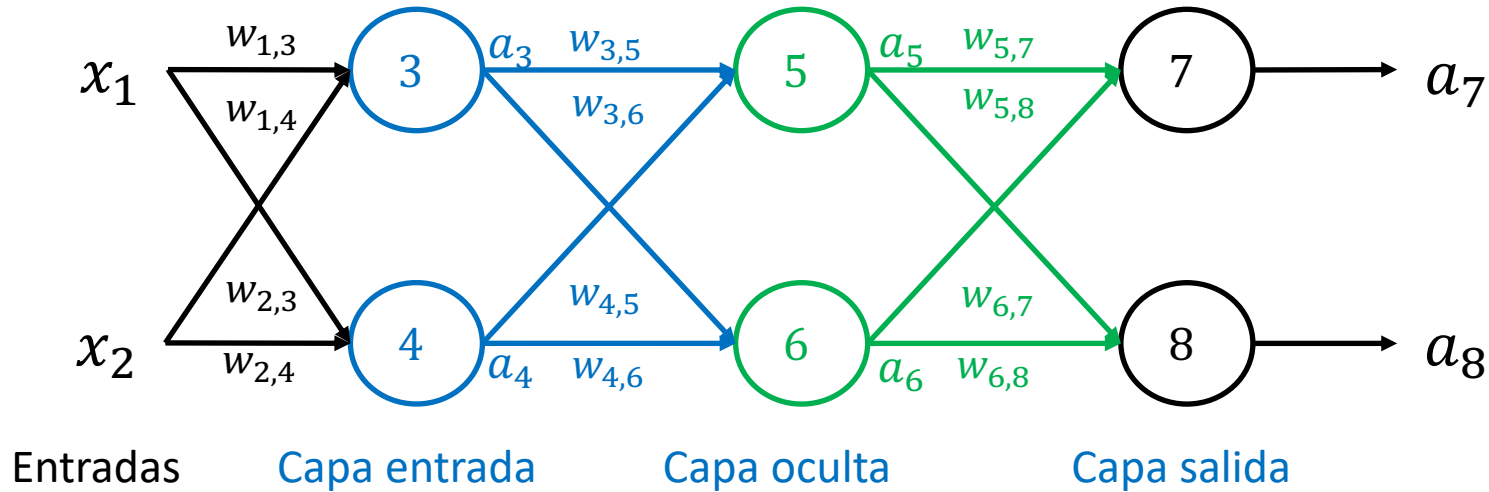
1. Unidades 3 y 4:

- $a_3 = g(x_1 w_{1,3} + x_2 w_{2,3})$ .
- $a_4 = g(x_1 w_{1,4} + x_2 w_{2,4})$ .

2. Unidades 5 y 6:

- $a_5 = g(a_3 w_{3,5} + a_4 w_{4,5})$ .
- $a_6 = g(a_3 w_{3,6} + a_4 w_{4,6})$ .

# Redes neuronales multicapa feed-forward:



1. Unidades 3 y 4:

- $a_3 = g(x_1w_{1,3} + x_2w_{2,3})$ .
- $a_4 = g(x_1w_{1,4} + x_2w_{2,4})$ .

2. Unidades 3 y 4:

- $a_5 = g(a_3w_{3,5} + a_4w_{4,5})$ .
- $a_6 = g(a_3w_{3,6} + a_4w_{4,6})$ .

3. Unidades 7 y 8:

- $a_7 = g(a_5w_{5,7} + a_6w_{6,7})$ .
- $a_8 = g(a_5w_{5,8} + a_6w_{6,8})$ .