

OPENCOURSEWARE  
REDES DE NEURONAS ARTIFICIALES  
Inés M. Galván – José M. Valls



## Tema 1: Introducción a las Redes de Neuronas

En este tema se presentan algunos aspectos introductorios de las redes de neuronas artificiales, así como los conceptos más importantes y comunes a todas las redes de neuronas. Se explica el funcionamiento de la neurona artificial, se presentan los elementos necesarios para definir una red de neuronas (regla de propagación y regla de aprendizaje), así como los conceptos de aprendizaje y generalización. Se muestra también una posible clasificación de las redes de neuronas.

En lo que sigue se presenta un resumen del contenido de las transparencias.

### 1.1 Introducción

Las redes de neuronas artificiales se enmarcan dentro del conjunto de técnicas de la Inteligencia Artificial sub-simbólica y más concretamente dentro de las técnicas de Aprendizaje Automático. Surgieron con la motivación de desarrollar algoritmos capaces de procesar información al igual que el cerebro humano, de ahí que en ocasiones se hable de la neurona biológica como inspiración de la neurona artificial.

Las redes de neuronas pueden utilizarse para abordar problemas de aproximación, predicción clasificación y agrupación o clustering. Otras técnicas de aprendizaje automático pueden también utilizarse para abordar estos problemas. De manera general, las principales ventajas de las redes de neuronas son: capacidad de aprendizaje a partir de ejemplos, tolerancia al ruido en los ejemplos, modelos fáciles de utilizar. Uno de los mayores inconvenientes que se les atribuye es el tiempo de aprendizaje. En cualquier caso, el éxito o el fracaso de las redes de neuronas en la resolución de problemas, frente a otros algoritmos de aprendizaje automático, siempre va a depender de los datos disponibles, y por tanto, del problema a resolver.

Las redes de neuronas se aplican en numerosas áreas como: reconocimiento de patrones, compresión y análisis de datos, robótica, medicina, predicción de series temporales, entre otros.

### 1.2 Modelo computacional

El elemento más básico de una red de neuronas es la **neurona artificial** (ver figura transparencia 10). Posee múltiples entradas ( $x_1, \dots, x_n$ ), y una única salida  $S$  que procesa la información recibida en las entradas. Las conexiones tienen un número real asociado, llamado peso de la conexión ( $w_1, \dots, w_n$ ). En ocasiones las neuronas poseen también asociado un umbral o bias, que puede tratarse como un peso más, cuya entrada es siempre 1. La activación de una neurona se calcula aplicando la llamada función de activación  $F$  a la suma ponderada de las entradas por los pesos correspondientes.

Las funciones de activación más utilizadas son: la función lineal:  $F(x)=x$ ; la función umbral  $F(x)=1$  si  $x \geq \theta$ ,  $F(x)=0$  si  $x < \theta$ .; la función sigmoideal  $F(x)=1/(1+e^{-x})$ ; y la función Gaussiana  $F(x)=e^{(-x^2/2)}$

Una **red de neuronas** es un conjunto de neuronas artificiales conectadas siguiendo una determinada organización. Habitualmente las neuronas se organizan en diferentes capas. Para definir una red de neuronas, es necesario concretar:

- La **regla de propagación** o regla para propagar las entradas hacia la salida de la red. Esta regla depende de cómo estén organizadas las neuronas y en la mayor parte de las redes, consiste en ir calculando las activaciones de todas las neuronas de red desde la capa de entrada a la capa de salida.
- La **regla de aprendizaje** o regla para modificar los pesos de las conexiones y los umbrales o bias si existieran. El aprendizaje se trata en el siguiente apartado.

### 1.3 Aprendizaje y generalización de una red de neuronas

El **aprendizaje** de una red consiste en determinar los pesos y/o bias de las conexiones a partir de un conjunto de ejemplos o patrones representados de forma numérica que representen el problema. Consiste en ir introduciendo de manera paulatina los ejemplos hasta conseguir la convergencia en el aprendizaje. La capacidad de aprendizaje de una red de neuronas está muy ligada a los ejemplos que se utilicen (cantidad y variedad).

Existen dos tipos de aprendizaje: supervisado y no supervisado. Para el aprendizaje supervisado, los ejemplos de aprendizaje contienen información relativa a la salida que debe dar la red o salida deseada, utilizando generalmente el error que comente la red para modificar los pesos. Por el contrario, en el aprendizaje no supervisado no se utiliza información externa, si no que red se autoajusta utilizando solo la información de entrada. Algunas de las redes de neuronas utilizan aprendizaje supervisado y otras no supervisado. En cada uno de los temas estudiados en este curso, se verá el tipo de aprendizaje que utilizan las redes estudiadas.

La **generalización** de una red de neuronas es la capacidad de la red de responder adecuadamente ante patrones no conocidos, es decir ante patrones no utilizados para el aprendizaje o entrenamiento de la red. De nada sirve una red que haya aprendido muy bien los patrones utilizados para el aprendizaje, pero que ante nuevo patrón no responda adecuadamente. De este modo, el conjunto de datos disponible para abordar un problema se suele dividir en tres conjuntos diferentes:

- Entrenamiento: conjunto de ejemplos utilizados para ajustar los pesos y/o bias, es decir para realizar el aprendizaje de la red.
- Validación: conjunto de ejemplos utilizados para determinar los parámetros de la red (por ejemplo, número de neuronas) y del aprendizaje (razón de aprendizaje, ciclos o iteraciones del aprendizaje, entre otros).
- Test: conjunto de ejemplos utilizado para evaluar la capacidad de generalización de la red.

En ocasiones, el tamaño del conjunto de ejemplos disponibles no es lo suficientemente grande como para utilizar los tres conjuntos de manera que sean representativos y suficientes. En estos casos, se utiliza solo el conjunto de entrenamiento y test y los parámetros deben elegirse utilizando los ejemplos de entrenamiento. Existen otras metodologías, como validación cruzada (explicada en el documento *PreparaciónDatos*), que permite evaluar de manera más objetiva la capacidad de la red antes situaciones con escasos ejemplos.

El problema de **sobreajuste** (overfitting) en las redes de neuronas viene dado cuando la red se ha sobreajustado a los ejemplos de entrenamiento y no generaliza ante casos nuevos. Este problema puede evitarse, generalmente, reduciendo el número de neuronas en la red, pero será tratado con más detalle en los temas sucesivos.

#### 1.4 Diferentes tipos de redes de neuronas

Existen diferentes arquitecturas de redes de neuronas. Éstas se pueden clasificar del siguiente modo:

**Redes feedforward y supervisadas:** son redes con conexiones hacia adelante (de la entrada a la salida) y aprendizaje supervisado. Perceptron simple, Adaline, Perceptron Multicapa y Redes de Base Radial.

**Redes no supervisadas:** son redes con aprendizaje no supervisado. Mapas de Kohonen, Teoría de la Resonancia adaptativa (ART)

**Redes recurrentes:** son redes con conexiones en todas las direcciones. Pueden ser no supervisadas (como la red de Hopfield) y supervisadas. Dentro de este grupo se pueden incluir las redes parcialmente recurrentes, que se caracterizan porque solo incluyen unas pocas conexiones recurrentes (Red de Jordan, Red de Elman)

En este curso se estudiarán las redes más utilizadas en la actualidad, las redes feedforward y supervisadas, las redes recurrentes y los mapas de Kohonen. Se incluye también un tema relativo a Deep Learning y Redes Convolucionales.