

## 4 Redes Neurais

### 4.1 Introdução

Redes neurais são sistemas computacionais criados com base na modelagem do cérebro humano e sua principal característica é aprender através de exemplos. É a forma computacional de expressar o funcionamento do sistema nervoso do ser humano. Classificação de padrões e previsão são as principais áreas de aplicação de redes neurais.

### 4.2 Arquitetura da rede

As redes neurais com múltiplas camadas de neurônios (MLP - *multilayer perceptron*) são formadas por um conjunto de nós de entrada, por uma ou mais camadas ocultas de neurônios e por uma camada de saída de neurônios. O sinal de entrada se propaga para a frente através da rede, de camada em camada.

Neste tipo de rede neural, cada camada possui sua própria matriz de pesos ( $W$ ), seu vetor polarizador ( $b$ ), um vetor de entrada ( $v$ ) e um vetor de saída ( $y$ ). A figura 16 representa uma rede neural com três camadas de neurônios: duas camadas ocultas e uma camada de saída. Os expoentes são utilizados para identificar a qual camada os parâmetros pertencem.

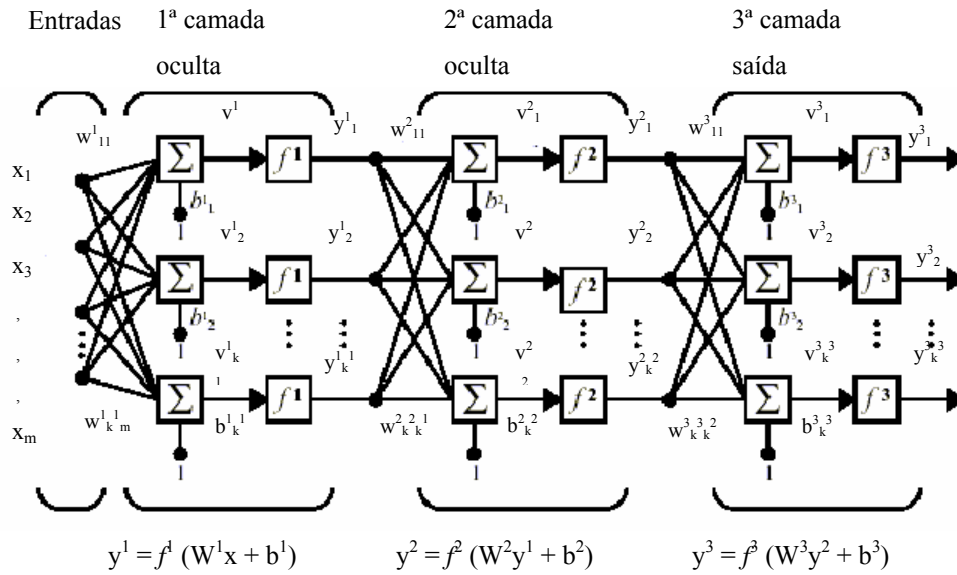


Figura 16 - Representação de uma rede neural com  $m$  nós na camada de entrada, 2 camadas ocultas de neurônios e uma camada de saída

Fonte: Adaptado de *Neuron Model and Network Architectures*

As redes com múltiplas camadas são mais robustas que as redes neurais com uma camada pois elas são capazes de extrair estatísticas de ordem elevada.

Normalmente, uma rede neural tem apenas duas ou três camadas. As de quatro ou mais camadas são pouco utilizadas.

### 4.3 Processos de Aprendizagem

A partir da definição de Haykin, segundo quem a

“Aprendizagem é um processo pelo qual os parâmetros livres de uma rede neural são adaptados através de um processo de estimulação pelo ambiente no qual a rede está inserida. O tipo de aprendizagem é determinado pela maneira pela qual a modificação dos parâmetros ocorre.” (Haykin, 2001:75)

Os passos para o aprendizado são:

1. A rede neural é estimulada por um ambiente através de exemplos extraídos do mesmo.
2. A rede neural sofre modificações nos seus pesos através de processos iterativos (treinamento), como resultado do 1º passo.

3. A rede neural responde de uma nova forma ao ambiente em decorrência das mudanças ocorridas no 2º passo. O aprendizado ocorre quando a rede neural atinge uma solução generalizada para uma classe de problemas. Todo o conhecimento de uma rede neural está armazenado nos pesos atribuídos às conexões entre os neurônios.

O problema do aprendizado é solucionado através de um algoritmo de aprendizagem que é formado por regras definidas. Nas redes neurais existem vários algoritmos de aprendizagem, e cada qual possui características e vantagens específicas.

#### **4.4 Treinamento de uma rede neural**

É na fase do treinamento que a rede neural aprende o problema. Existem várias técnicas para se treinar uma rede neural; a escolha da mais adequada depende do problema e da aplicação. Na fase do treinamento é escolhido o algoritmo de aprendizado juntamente com os parâmetros de aprendizado, que são: taxa de aprendizado (*learning rate*), taxa de momento (*momentum*), critérios de parada e forma de treinamento.

#### **4.5 O Algoritmo Retropropagação (*backpropagation*)**

O algoritmo de retropropagação do erro (*error backpropagation* ou simplesmente *backpropagation*) é um algoritmo utilizado em *perceptrons* de múltiplas camadas e utiliza funções de transferência diferenciáveis e não-lineares em um treinamento supervisionado.

A aprendizagem por *backpropagation* consiste, basicamente, em dois passos: um passo para frente, que é a propagação, e um passo para trás, a retropropagação. No passo para frente, um vetor é apresentado aos nós de entrada da rede e seu efeito se propaga através desta, da esquerda para a direita e de camada em camada. Um conjunto de saídas é produzido como resposta da rede. Durante este processo, os pesos sinápticos da rede são todos fixos. A resposta da

rede é subtraída da resposta desejada e, então, determina-se o sinal de erro. Este sinal de erro é propagado para trás através da rede, contra a direção das conexões sinápticas. Os pesos são então ajustados de modo a se minimizar o sinal de erro.

Na figura 17 tem-se a representação dos sinais de entrada, também conhecidos como sinais funcionais e de erro em um *perceptron* de múltiplas camadas.

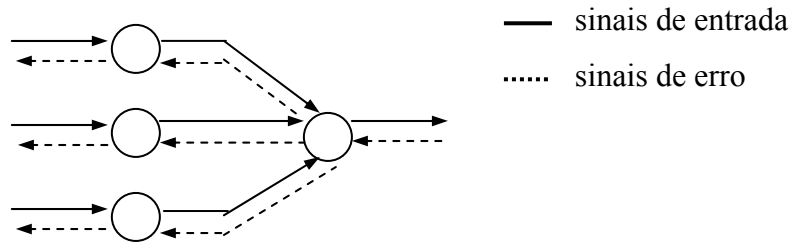


Figura 17 - Sinais funcionais e de erro numa rede neural

Fonte: Haykin (2001:186)

Neste trabalho será utilizado o *perceptron* de múltiplas camadas (MLP) e o algoritmo de treinamento será o RPROP (*Resilient backpropagation algorithm*), uma versão mais rápida do *backpropagation*, pois, de forma supervisionada, ele reduz o erro de aprendizagem por correção de erro.