

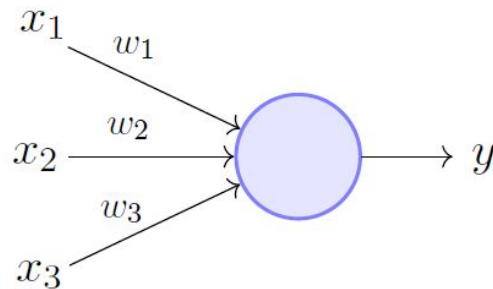


Multilayer Perceptron

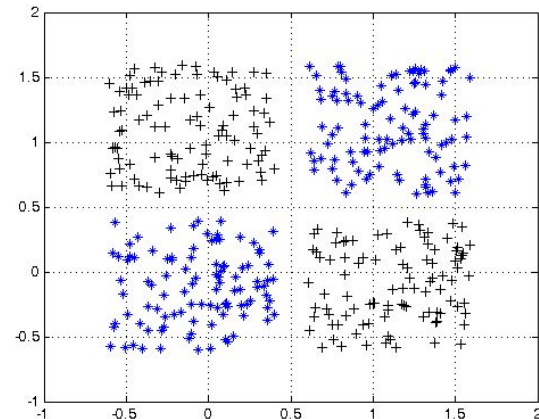
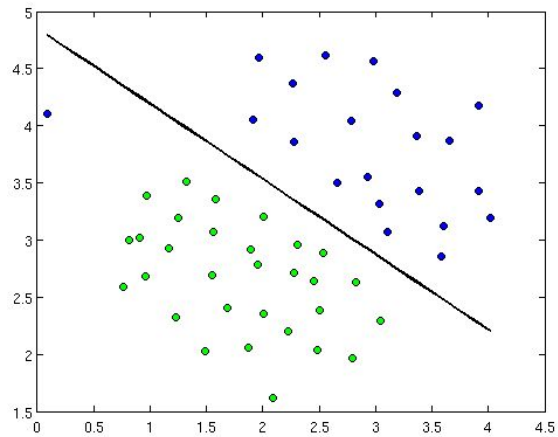
Edvan Soares

Perceptron

- Criado em 1957 por Frank Roseblatt
- Implementa o conceito de neurônios com pesos e bias ajustáveis
- Resolve apenas casos linearmente separáveis



Perceptron





Perceptron

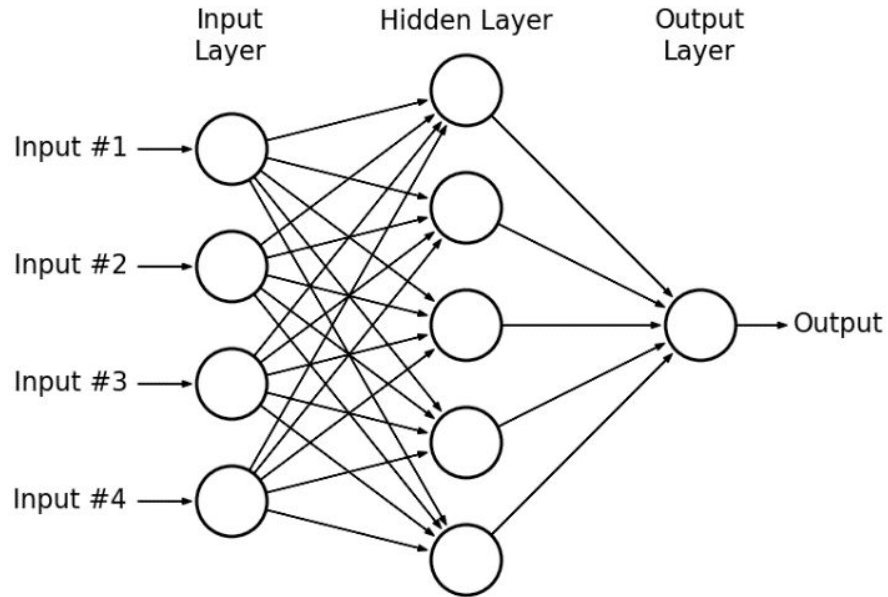
- O modelo do Perceptron não é capaz de solucionar problemas mais complexos, uma vez que a utilização de um único neurônio não é capaz de gerar classes de soluções mais generalizadas.
- Nesse sentido, surgiu-se a necessidade de criação de redes multicamadas.



Multilayer Perceptron (MLP)

- Como o nome sugere, é uma rede multicamadas, onde é composta por uma camada de entrada (*input layer*), uma ou mais camadas intermediárias/escondidas (*hidden layers*) e uma camada de saída (*output layer*), acabando então com as limitações de um *Perceptron* simples.
- Cada neurônio da rede possui uma função de ativação, que é uma função sigmoideal, sendo essa não-linear, suave e diferenciável

Multilayer Perceptron (MLP)





Multilayer Perceptron (MLP)

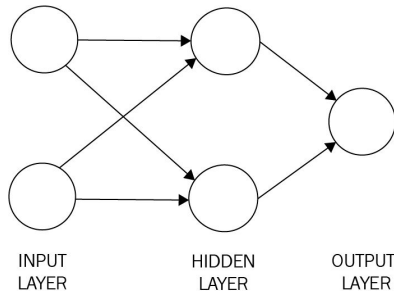
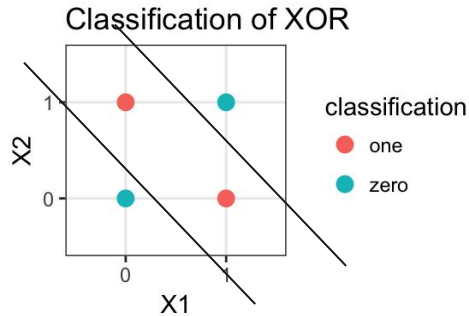
- A MLP é treinada com um algoritmo de retropropagação do erro (*backpropagation*).



Backpropagation

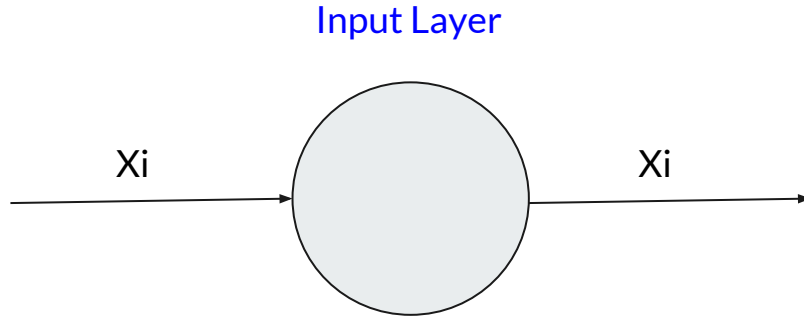
- Basicamente composto por duas etapas:
 - *Forward*: As entradas atravessam toda a rede originando a saída da rede
 - *Backward*: O sinal de erro da saída, obtido através do cálculo do gradiente da função de erro, é propagado da saída para a entrada com o propósito de ajustar os pesos da rede

Multilayer Perceptron (MLP)



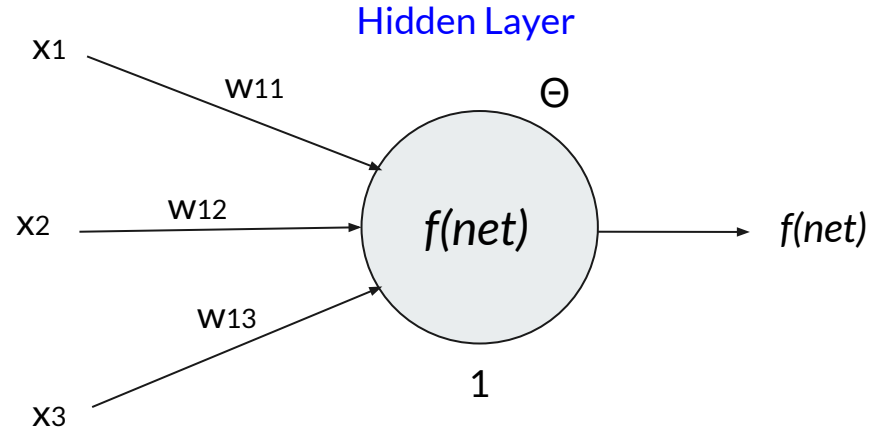
- É possível observar que para classificação do problema XOR são necessários dois hiperplanos de separação
- Logo, uma MLP com duas camadas escondidas é capaz de resolver esse problema
- Cada neurônio da camada escondida corresponde a um hiperplano de separação no espaço, que posteriormente são unidos pela camada de saída

MLP - Camada de entrada



A camada de entrada não produz nenhum tipo de alteração no dado inserido. Ela é apenas responsável por propagar a informação para a camada escondida

MLP - Camada escondida

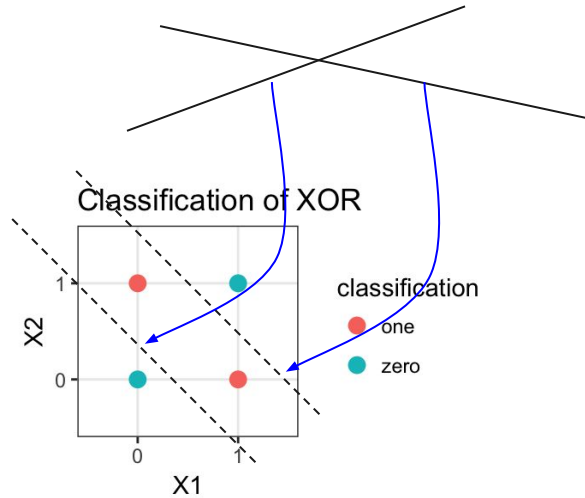


Θ = bias

$$f(net) = \frac{1}{1 + \exp(-net)}$$

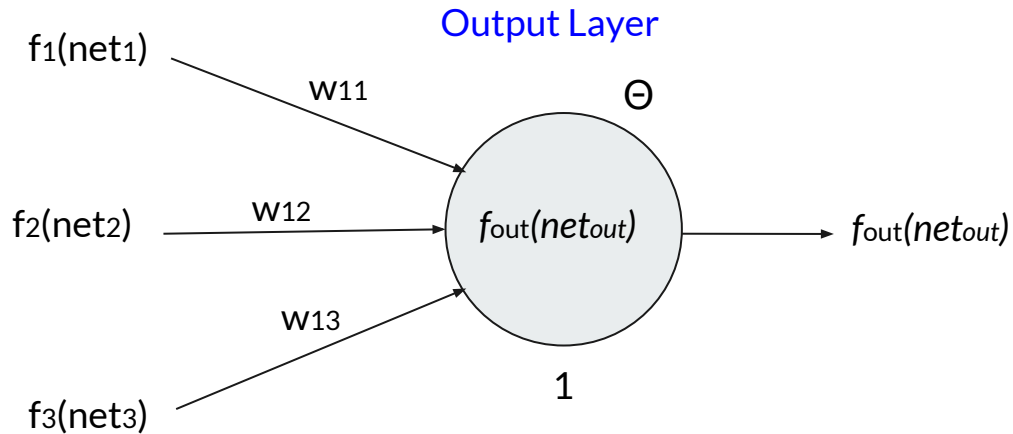
$$net = X_1.W_{11} + X_2.W_{12} + X_3.W_{13} + 1.\Theta$$

MLP - Camada escondida



- O objetivo dos ajustes é encontrar a melhor posição de separação para os hiperplanos

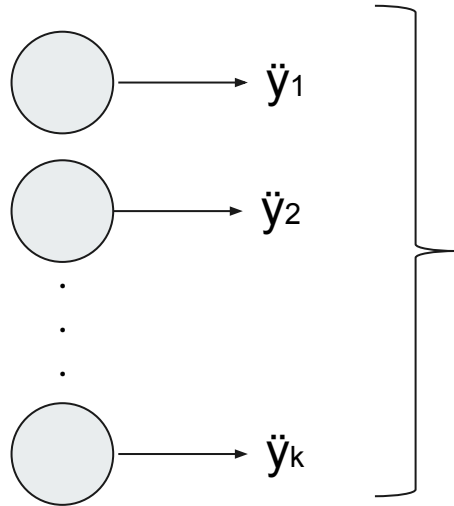
MLP - Camada de saída



São realizadas as mesmas operações que são feitas na camada escondida, encontrando o net e o $f(net)$, porém os valores de entrada são os que foram obtidos pela camada escondida

MLP - Camada de saída

Output Layer



$$E = \frac{1}{2} \sum_1^k (y_k - \ddot{y}_k)^2$$

Erro total



MLP - Equações Básicas Para Atualização dos Pesos

$$\begin{aligned}\delta_{pk}^o &= (y_{pk} - o_{pk}) f_k^{o'}(\text{net}_{pk}^o) & \delta_{pj}^h &= f_j^{h'}(\text{net}_{pj}^h) \sum_k \delta_{pk}^o w_{kj}^o \\ w_{kj}^o(t+1) &= w_{kj}^o(t) + \eta \delta_{pk}^o i_{pj} & w_{ji}^h(t+1) &= w_{ji}^h(t) + \eta \delta_{pj}^h x_i\end{aligned}$$

Output Layer

Hidden Layer