

## **Aula Prática 3**

# **Inteligência Artificial Aplicada**

**Prof. Dr. Luciano Frontino de Medeiros**

## **Temas**

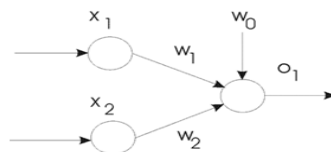
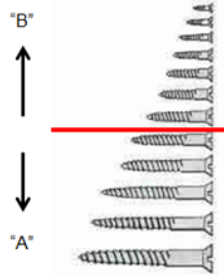
- **Exemplo de Aplicação de um Perceptron Simples**
- **Treinamento**
- **Problema do XOR**

## Exemplo: Classificação de Parafusos

- Existem duas classes de parafusos sendo fabricados: a classe "A" e a classe "B".
- Os parafusos serão classificados de acordo com o seu comprimento e o diâmetro.

### Dois Conjuntos

Paraf.	$x_1$	$x_2$
1	4 cm	3 mm
2	1 cm	1 mm
3	2 cm	2 mm
4	2 cm	3 mm
5	5 cm	3 mm
6	3 cm	2 mm



## Treinamento

**Erro por amostra:**  $e_i = (o_i - f_i)$

**Erro Global:**  $E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n e_i^2$

**Deltas:**

$$\Delta_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta (o_i - f_i) x_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta e_i x_j$$

## Atualização dos pesos

**Novo valor dos pesos:**  $w_j(n+1) = w_j(n) + \Delta_j(n)$

**O aprendizado será gradativo, e atualizará os pesos a cada execução da alimentação à frente.**

# Demonstrando...

Taxa de Aprendizado ( $\eta$ )		0,01
Passo		1
$w_1$	$w_2$	$w_0$
1	1	-1

Amostra	$x_1$ (cm)	$x_2$ (mm)	$d_1$	$f_1$	$o_1$	Atual	Alvo	$e_1$	$\Delta_1$	$\Delta_2$
1	4	3	6,00	1	1	A	A	-	-	-
2	1	1	1,00	1	-1	A	B	(2,00)	(0,02)	(0,02)
3	2	2	3,00	1	-1	A	B	(2,00)	(0,04)	(0,04)
4	2	3	4,00	1	1	A	A	-	-	-
5	5	3	7,00	1	1	A	A	-	-	-
6	3	2	4,00	1	-1	A	B	(2,00)	(0,06)	(0,04)
						Soma	$\Sigma e$	(6,00)	(0,02)	(0,02)
						Soma Quad	$\Sigma e^2$	12,00		

## Passo 2

Passo		2
$w_1$	$w_2$	$w_0$
0,98	0,98	-1

Amostra	$x_1$ (cm)	$x_2$ (mm)	$d_1$	$f_1$	$o_1$	Atual	Alvo	$e_1$	$\Delta_1$	$\Delta_2$
1	4	3	5,87	1	1	A	A	-	-	-
2	1	1	0,96	1	-1	A	B	(2,00)	(0,02)	(0,02)
3	2	2	2,93	1	-1	A	B	(2,00)	(0,04)	(0,04)
4	2	3	3,91	1	1	A	A	-	-	-
5	5	3	6,85	1	1	A	A	-	-	-
6	3	2	3,91	1	-1	A	B	(2,00)	(0,06)	(0,04)
						Soma	$\Sigma e$	(6,00)	(0,02)	(0,02)
						Soma Quad	$\Sigma e^2$	12,00		

## Passo 34

Passo 34

$w_1$	$w_2$	$w_0$
0,36	0,47	-1

Amostra	$x_1$ (cm)	$x_2$ (mm)	$d_1$	$f_1$	$o_1$	Atual	Alvo	$e_1$	$\Delta_1$	$\Delta_2$
1	4	3	1,83	1	1	A	A	-	-	-
2	1	1	(0,18)	-1	-1	B	B	-	-	-
3	2	2	0,65	1	-1	A	B	(2,00)	(0,04)	(0,04)
4	2	3	1,11	1	1	A	A	-	-	-
5	5	3	2,18	1	1	A	A	-	-	-
6	3	2	1,00	1	-1	A	B	(2,00)	(0,06)	(0,04)
						Soma	$\Sigma e$	(4,00)	(0,02)	(0,01)
						Soma Quad	$\Sigma e^2$	8,00		

## Passo 48

Passo 48

$w_1$	$w_2$	$w_0$
0,14	0,30	-1

Amostra	$x_1$ (cm)	$x_2$ (mm)	$d_1$	$f_1$	$o_1$	Atual	Alvo	$e_1$	$\Delta_1$	$\Delta_2$
1	4	3	0,47	1	1	A	A	-	-	-
2	1	1	(0,56)	-1	-1	B	B	-	-	-
3	2	2	(0,11)	-1	-1	B	B	-	-	-
4	2	3	0,19	1	1	A	A	-	-	-
5	5	3	0,62	1	1	A	A	-	-	-
6	3	2	0,03	1	-1	A	B	(2,00)	(0,06)	(0,04)
						Soma	$\Sigma e$	(2,00)	(0,01)	(0,01)
						Soma Quad	$\Sigma e^2$	4,00		

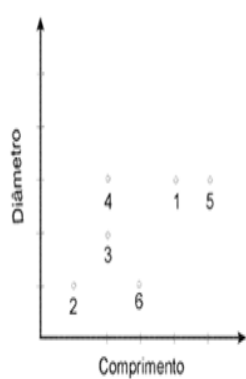
## Passo 49

Passo 49

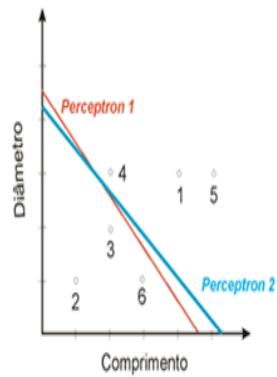
$w_1$	$w_2$	$w_3$
0,13	0,29	-1

Classe Classe										
Amostra	$x_1$ (cm)	$x_2$ (mm)	$d_1$	$f_1$	$o_1$	Atual	Alvo	$e_1$	$\Delta_1$	$\Delta_2$
1	4	3	0,41	1	1	A	A	-	-	-
2	1	1	(0,57)	-1	-1	B	B	-	-	-
3	2	2	(0,15)	-1	-1	B	B	-	-	-
4	2	3	0,15	1	1	A	A	-	-	-
5	5	3	0,55	1	1	A	A	-	-	-
6	3	2	(0,01)	-1	-1	B	B	-	-	-
						Soma	$\Sigma e$	-	-	-
						Soma Quad	$\Sigma e^2$	-		

## Separação Linear

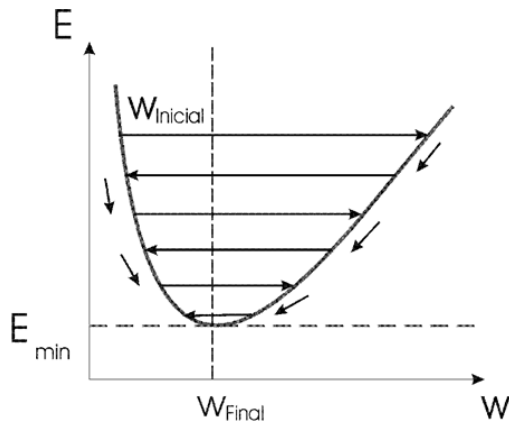


(a)

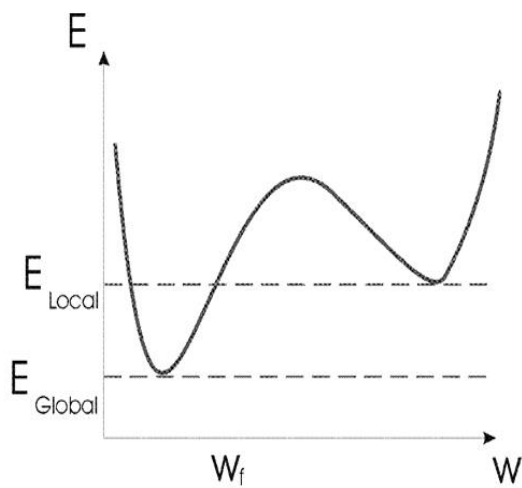


(b)

## Ilustração do Treinamento



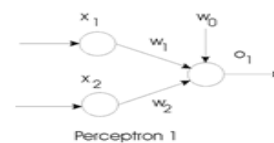
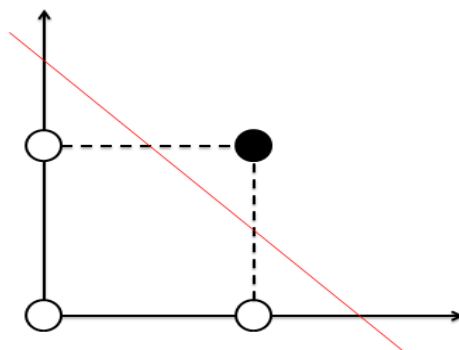
## Mínimos Locais x Globais



## O Problema do XOR

- **Perceptrons poderiam ser combinados em diferentes arquiteturas para produzir as diversas saídas lógicas necessárias a um circuito de um microprocessador.**

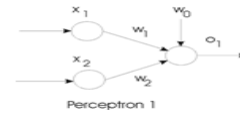
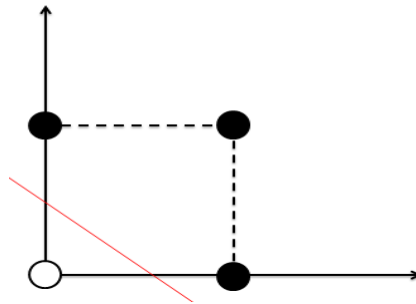
### Operação E (AND)



Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

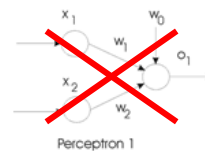
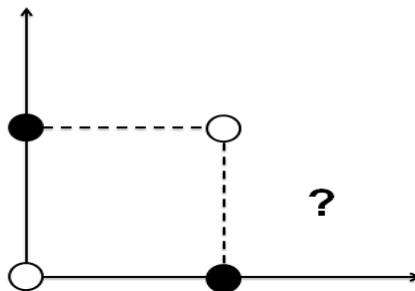


## Operação OU (OR)



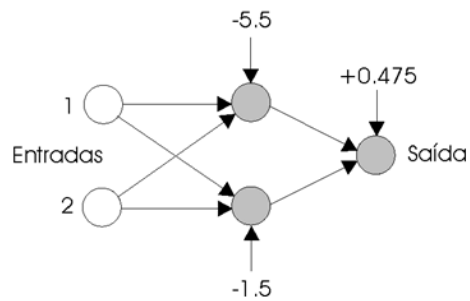
Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

## Operação XOR



Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

## Perceptron com + Camadas



## Treinando para Mais Classes

