

# Inteligência Artificial

## Aula 17- Agentes e Redes Neurais<sup>1</sup>

Sílvia M.W. Moraes

Escola Politécnica - PUCRS

October 25, 2018

---

<sup>1</sup>Este material não pode ser reproduzido ou utilizado de forma parcial sem a permissão dos autores.

# Sinopse

- Nesta aula, introduzimos **redes neurais**.
- Este material foi construído com base nos livros de Russel & Norvig e Luger & Stubblefield.

# Sumário

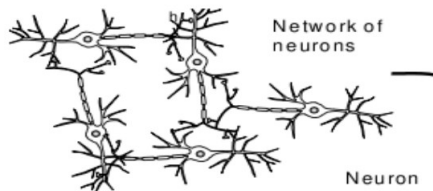
1 Introdução à Redes Neurais

2 Próxima Aula

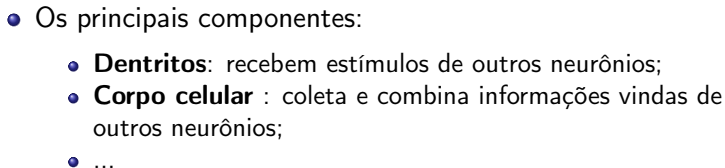
# Relembrando...

- Agentes Reativos
- Agentes Deliberativos (Cognitivos)
- Algoritmos de Busca
- Planejamento
- Aprendizado de Máquina
  - Agrupamento
  - Classificação

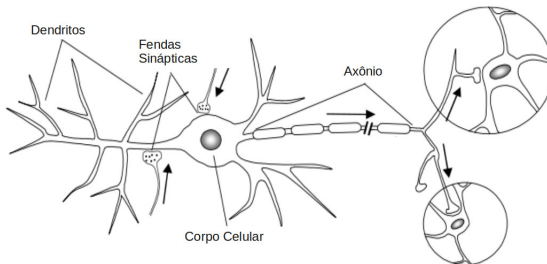
# Redes Neurais: Cérebro Humano



- Redes Neurais Artificiais (RNA) são modelos matemáticos inspirados no cérebro humano.
- O cérebro humano é um “processador” com bilhões de neurônios.
- Os neurônios estão conectados uns aos outros através de sinapses, formando uma grande rede NEURAL.

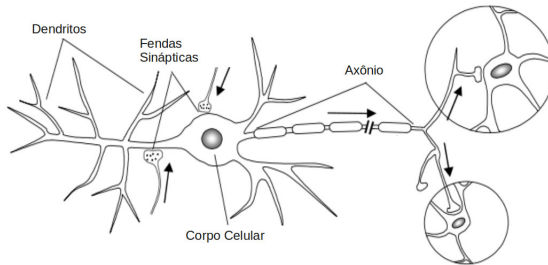


# Redes Neurais: Neurônio Biológico



- Os principais componentes:
  - ...
  - **Axônio**: fibra tubular (pode alcançar até alguns metros) responsável por transmitir os estímulos para outras células.
  - **Sinapses**: pontos onde as extremidades de neurónios vizinhos se encontram.
    - transmitem estímulos através de diferentes concentrações de  $\text{Na}^+$  (Sódio) e  $\text{K}^+$  (Potássio).

# Redes Neurais: Neurônio Biológico

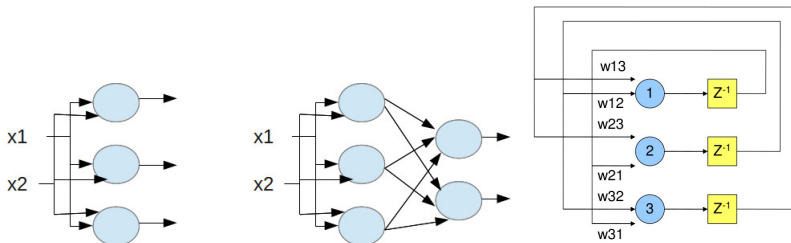


- Os neurônios se comunicam através de impulsos. O neurônio recebe e processa o impulso, disparando outro impulso, produzindo uma substância neurotransmissora que flui do corpo celular para o axônio.
- O neurônio que transmite o pulso pode controlar a frequência de pulsos aumentando ou diminuindo a polaridade na membrana pós sináptica.



# Redes Neurais: Definição

- “Uma **rede neural** é um processador paralelamente distribuído constituído de unidades de processamento simples, que têm a propensão natural para armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para uso.” (Haykin,2001)



# Redes Neurais x Cérebro Humano

- Uma **rede neural se assemelha ao cérebro** em dois aspectos (Haykin,2001):
  - o conhecimento é adquirido pela rede a partir do ambiente através de um processo chamado de aprendizagem.
  - forças de conexão entre os neurônios, conhecidas como pesos sinápticos, são usados para armazenar o conhecimento adquirido.

# Redes Neurais: Aplicações

- Reconhecimento de Padrões (visão, voz, imagens, texto, ...)
- Classificação
- Clusterização (agrupamento)
- Memorização ...

# Redes Neurais: Aplicações (Trabalhos)

- Maeda, Anderson; MORAES, S.M.W. **Chatbot baseado em Deep Learning: um Estudo para Língua Portuguesa**. KDMile/SBBD 2017.
- Susana de Azeredo ; MORAES, S. M. W. ; LIMA, V. L. S. . **Keywords, k-NN and Neural Networks: A support for Hierarchical Categorization of Texts in Brazilian**. In: The sixth international conference on Language Resources and Evaluation, LREC 2008.
- MORAES, S. M. W. ; LIMA, V. L. S. . **Um Estudo sobre Categorização Hierárquica de uma Grande Coleção de Textos em Língua Portuguesa**. In: TIL - V Tecnologia da Informação e Linguagem Humana, 2007, Rio de Janeiro. XXVII Congresso da SBC, 2007. p. 1659-1668.
- SILVA, Rodrigo Borges da ; MORAES, S. M. W. **Identificação Automática de Fraudes Contratuais em Telefonia Celular através de Redes Neurais Artificiais**. In: WAAMD - Workshop em Algoritmos e Aplicações de Mineração de Dados, 2006.
- BITTENCOURT, Ana Cristina ; MORAES, S. M. W. . **Identificação de Spam através de uma Rede Neural Backpropagation**. In: CLEI, 2005..

# Redes Neurais: Aplicações (Trabalhos)

- BITTENCOURT, Ana Cristina ; GALHO, Thais Silva ; MORAES, S. M. W. . **Um estudo comparativo de uma Rede Backpropagation e de Similaridade Difusa para a Identificação de Spam.** In: V ENIA - Encontro Nacional de Inteligência Artificial, 2005.
- Fernando Rodrigues Ferreira. **Mecanismo de Orientação de robôs baseado em Reconhecimento de Padrões.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Leandro Robaina. **Reconhecimento de voz através de redes neurais.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Vladimir Medeiros Dias. **Auxílio ao Diagnóstico de Cardiomiopatia Hipertrofica através de Redes Neurais.** 2007. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Reginaldo Souza Pereira. **RECONHECIMENTO DE IMPRESSÕES DIGITAIS.** 2006. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Adriano dos Santos Coelho. **Uma Ferramenta de Mineração de Dados para Análise de Crédito.** 2006. Trabalho de Conclusão de Curso.
- Aldo Junior Carlos. **Um estudo sobre redes SOM e mapeamento de Sammon para descoberta de conhecimento em uma base de dados acadêmicos.** 2005. Trabalho de Conclusão de Curso.

# Redes Neurais: Etapas de Construção



- **Fase de Treinamento**

- Pré-processamento dos dados de Treino
- Treinamento da rede (uso de um algoritmo)

- **Fase de Generalização**

- Pré-processamento dos dados Teste
- Pós-processamento
- Análise dos resultados

# Redes Neurais: Aprendizagem

- Aprendizagem
  - A rede **aprende a padrões a partir de amostras** (exemplos).
  - Abordagens mais conhecidas:
    - Supervisionada
    - Não supervisionada
    - Por Reforço

# Redes Neurais: Aprendizagem

- Aprendizagem
  - **Supervisionada:** recebe amostras rotuladas, pares (dado, classe) para que a rede aprenda a organizar os dados em classe pré-definidas. Aprende corrigindo o erro.
  - **Não-supervisionada:** as amostras não são rotuladas. A rede identifica similaridade entre os dados e os agrupa. Usa abordagens competitivas, nas quais os neurônios disputam os dados até não ocorrer mais mudanças nos grupos. Não há classes pré-definidas.
  - **Por reforço:** processo de punição e recompensa. A rede gera apenas saídas do tipo certo e errado, e tenta se corrigir. Não há erro.



# Redes Neurais: Aprendizagem

- Aprendizagem Supervisionada
  - Em geral, os dados (amostras) são particionados em dois subconjuntos disjuntos: conjunto de treino e conjunto de teste.
    - O **conjunto de treino** é usado no treinamento da rede - fase aprendizagem. (~80% das amostras)
    - O **conjunto de teste** é usado para validar a rede - fase de generalização. (~20% das amostras)
    - Pode haver ainda um **conjunto de configuração**, na etapa de treinamento que tem como objetivo encontrar a melhor configuração da rede (número de neurônios, número de camadas, ...)

# Redes Neurais: Pré-processamento dos dados

- Pré-processamento
  - A rede trabalha apenas com valores de entrada numéricos, os quais devem pertencer ao intervalo  $[0;1]$ .
  - O valor médio de cada valor de entrada deve ser pequeno se compara ao desvio padrão.
  - Algumas formas de transformar os dados:
    - Conversão de campos booleanos em 0 e 1, representando os valores verdadeiro e falso, respectivamente.
    - Dividir os padrões pelo maior valor do conjunto.
    - ...

# Redes Neurais: Pré-processamento dos dados

- Pré-processamento
  - ..
  - Algumas formas de transformar os dados:
    - ..
    - Escalonamento dos campos numéricos para a faixa de 0 a 1.  
Devem ser reduzidos ou ampliados sem que se perca a proporção relativa entre seus itens de dados. Pode ser definido por:

$$c_i'' = \frac{c_i - c_{min}}{c_{max} - c_{min}}, \text{ onde:}$$

$c_i''$  é o valor transformado,

$c_i$  é o valor original,

$c_{min}$  é o valor mínimo e

$c_{max}$ , o valor máximo do intervalo.

# Redes Neurais: Topologia

- Como determinar a **topologia** da rede ?

- Exemplo:

cpf	nome	renda	dívida	classificação do cliente
111...	João	2000	1000	bom
222...	Maria	3000	2000	mau
333...	Pedro	1000	500	mau
444...	Carlos	3000	1500	bom

- Entradas:

- Descrevem características significativas a partir dos quais a rede possa extrair padrões.
  - Quais são as entradas da rede ?

- Saídas :

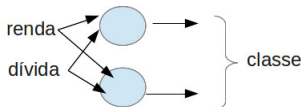
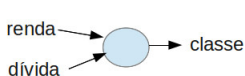
- A quantidade de saídas determina o número de neurônios (para redes “alimentadas para frente” de uma única camada) .
  - Quais são as saídas da rede ?

# Redes Neurais: Pré-processamento dos dados

- Exemplo: (processamento simples: divisão pelo maior valor)

renda	dívida	classificação do cliente
0,66	0,5	1
1	1	0
0,33	0,25	0
1	0,75	1

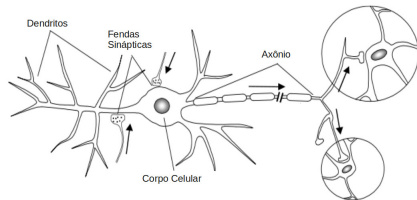
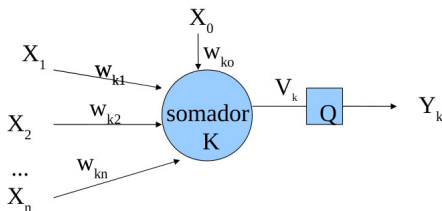
- Duas topologias são viáveis:



# Redes Neurais: Perceptron

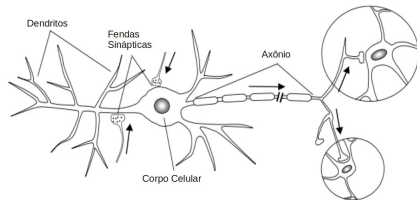
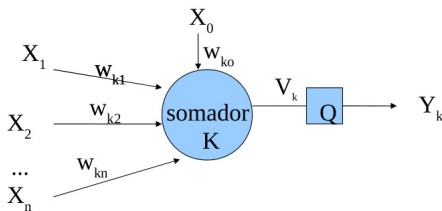
- **Perceptron** é uma rede muito simples.
  - Quando constituída de apenas um neurônio é chamada de **perceptron elementar**.
  - Possui **apenas uma camada de neurônios**.
  - **Pode ter várias entradas e várias saídas**.
  - Trabalha com **valores discretos tanto para as entradas quanto para as saídas**.
  - Quando há **valores contínuos, as redes com essas características são ditas Adaline**.

# Redes Neurais: Neurônio Artificial



- Modelo desenvolvido por McCulloch & Pitts na década de 40.
- Elementos:
  - Entradas:
    - Simulam os dendritos.
    - $x_1, \dots, x_n$ : valores do domínio.
    - $x_0$  : entrada extra, é sempre 1 (bias).

# Redes Neurais: Neurônio Artificial



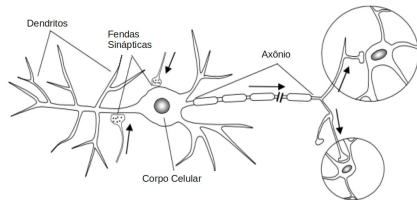
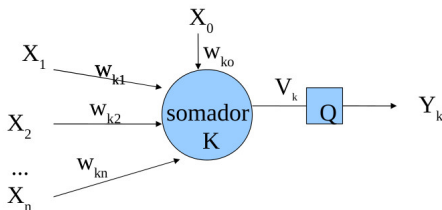
- Elementos: (continuação)

- Pesos sinápticos:

- simulam as sinapses (os pesos correspondem aos estímulos, que podem ser variados em intensidade).
    - armazenam o conhecimento adquirido pela rede.
    - $w_{kn}$ , onde  $k$  é o neurônio e o  $n$ , a entrada.
    - $w_{k0}$ : peso do bias

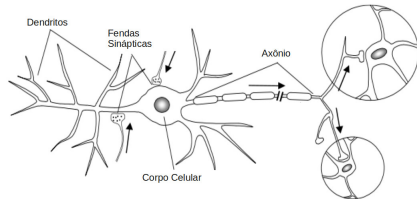
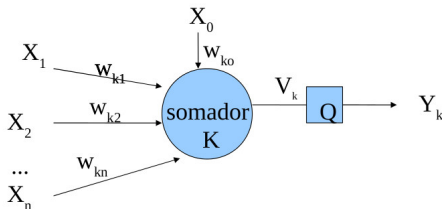


# Redes Neurais: Neurônio Artificial



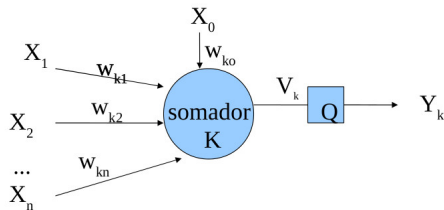
- Elementos (continuação):
  - $v_k$ : campo local induzido
    - simula o corpo celular
    - corresponde a uma soma ponderada (pelos pesos) das entradas do neurônio

# Redes Neurais: Neurônio Artificial



- Elementos (continuação):
  - $Q$ : função de transferência ou ativação
    - simula a polaridade da membrana pós sináptica
    - é uma função matemática que em domínios discretos gera os valores 0 (inibição) e 1 (ativação)
  - $y_k$ : saída do neurônio  $k$ 
    - simula o axônio

# Redes Neurais: Neurônio Artificial



- $v_k = \sum_{i=0}^n w_{ki} \times x_i$
- $y_k = Q(v_k)$ , onde a função de transferência pode ser:
  - limiar:  $Q(v_k) = \begin{cases} 1 & \text{se } v_k \geq 0 \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases}$

# Redes Neurais: Treinamento

- Os ciclos de treinamento de uma rede são medidos em épocas.
- Uma época corresponde a passagem de todos os padrões do conjunto de treino uma vez pela rede.
- Para treinar uma rede são necessárias várias épocas.

# Redes Neurais: Treinamento

- **Rede Perceptron (Adaline):**
  - **Algoritmo de Treinamento: Regra Delta**
  - Sendo  $X = \{(amostra_1, d_1), (amostra_2, d_2), \dots\}$  o conjunto de treino e  $\eta$ , a taxa de aprendizagem (deve ser positiva).

Inicializa os pesos  $w$  da rede com zero

Repetir até encontrar erro zero para todas as amostras{

epocas = epocas + 1

Para cada par de  $X$  {

Para cada atributo  $x_i$  da amostra, onde  $i = 1$  a  $n$ {

Para cada neurônio  $k$  da rede{

$$v_k = w_{ki} * x_i$$

$$y_k = Q(v_k)$$

$$\text{erro}_k = d_k - y_k$$

$$\Delta w_{ki} = \eta * \text{erro}_k * x_i$$

$$w_{ki} = w_{ki} + \Delta w_{ki}$$

}

}

}

}

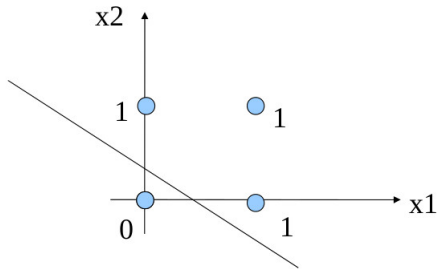
# Redes Neurais: Treinamento

- Rede Perceptron (Adaline):

- Limitações:

- A rede só consegue convergir quando os dados de entrada são linearmente separáveis.
    - Exemplo: OR

x1	x2	d
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



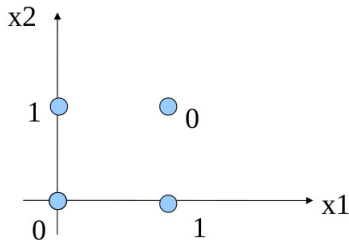
# Redes Neurais: Treinamento

- Rede Perceptron (Adaline):

- Limitações:

- O XOR a rede não consegue resolver.
    - Não há como traçar uma linha (equação da reta) que separe as duas classes.

x1	x2	d
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



# Leitura

- RUSSELL, S. J. & Norvig, P. Artificial Intelligence – a Modern Approach
  - Capítulo 20