



Universidade Federal
de Santa Catarina

Inteligência Artificial II

Engenharia de Computação

Redes Neurais Artificiais

Prof. Anderson Luiz Fernandes Perez

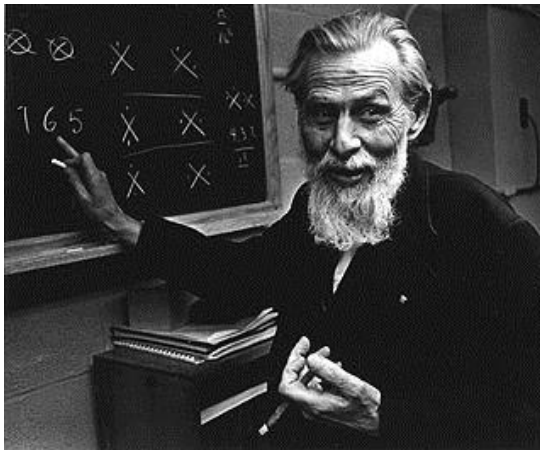
Email: anderson.perez@ufsc.br

Sumário

- Introdução
- Neurônio Biológico
- Neurônio Artificial
- Redes Neurais Artificiais
- Arquiteturas de Redes Neurais
- Processamento Neural
- Tipos de Aprendizado em uma RNA
- Aplicações das RNA's
- Referências

Introdução

- Os estudos da **neurocomputação** surgiram **em 1943**, com os estudos de **Warren McCulloch** e **Walter Pitts**.



Introdução

- Apresentarem a **simulação artificial** de um **neurônio biológico**.
- O neurônio artificial de McCulloch e Pitts possuía apenas uma saída, produzida a partir da soma de suas diversas entradas.

Introdução

- As Redes Neurais Artificiais - RNA's são modelos matemáticos inspirados no princípio de funcionamento do neurônio biológico.
- As **RNA's buscam** simular computacionalmente habilidades humanas tais como:
 - aprendizado;
 - generalização;
 - associação;
 - abstração.

Introdução

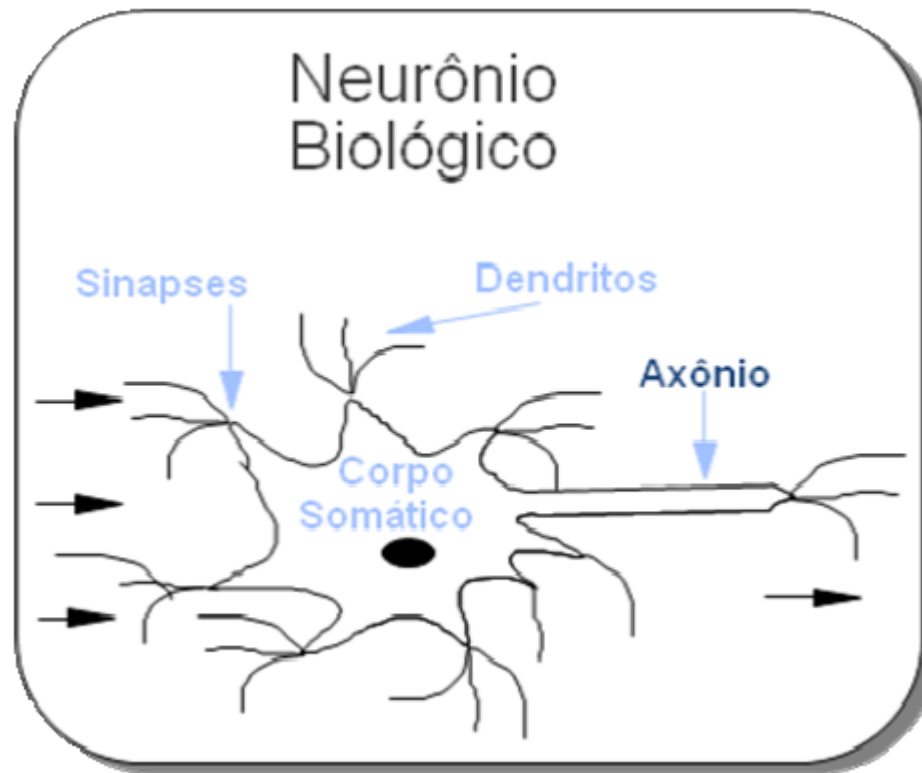
- As RNA's devem ser capazes de aprender e tomar decisões baseadas no aprendizado.

Neurônio Biológico	Neurônio Artificial
Cérebro	RNA
Rede de neurônios	Estrutura em camadas
10 bilhões de neurônios	Centenas/milhares de neurônios
Aprendizado	Aprendizado
Generalização	Generalização
Associação	Associação
Reconhecimento de padrões	Reconhecimento de padrões



Universidade Federal
de Santa Catarina

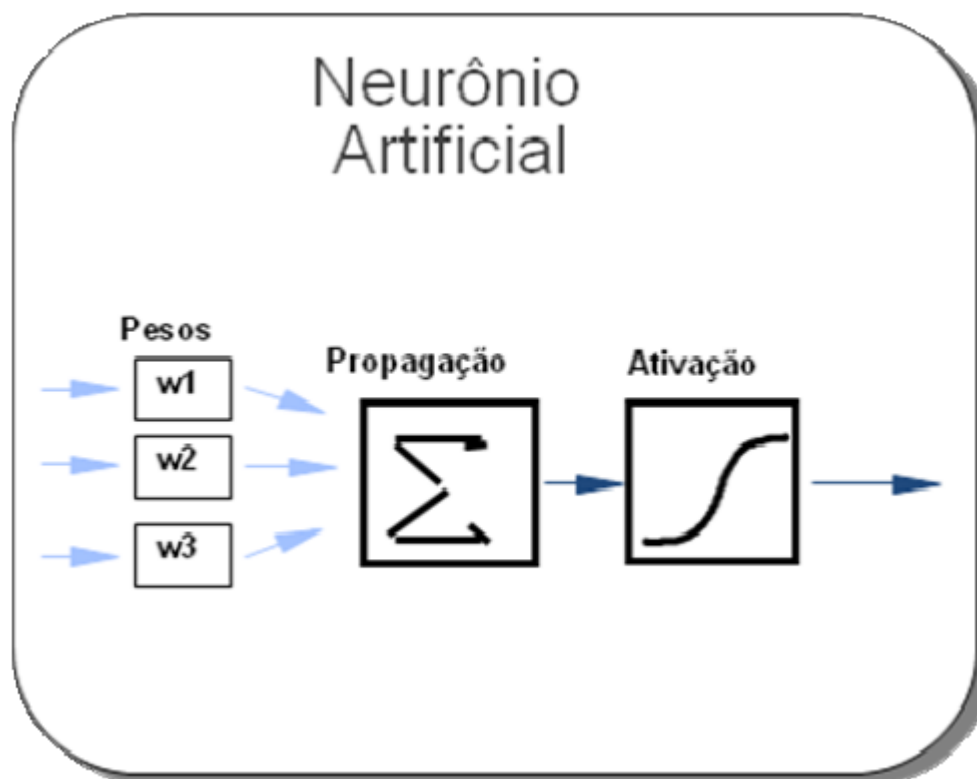
Neurônio Biológico





Universidade Federal
de Santa Catarina

Neurônio Artificial



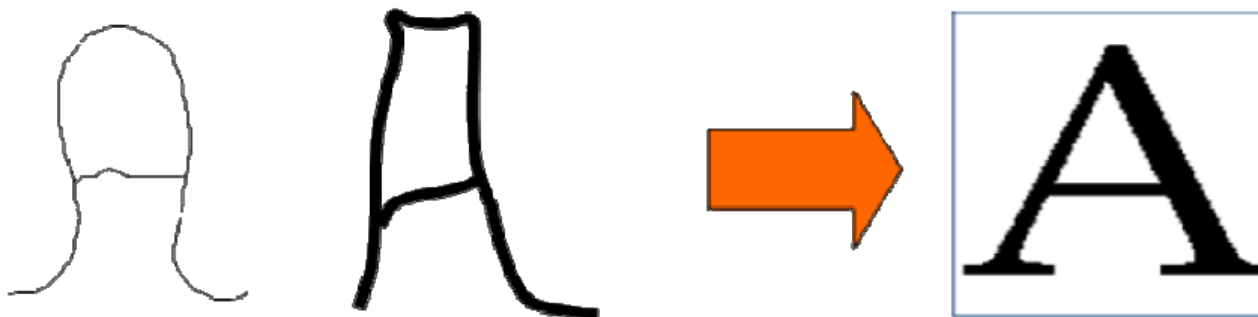
Redes Neurais Artificiais

- Características de uma RNA
 - Busca paralela
 - A procura pela informação ocorre de maneira paralela e não sequencial.
 - Aprendizado por Experiência
 - Aprendem padrões a partir dos dados que são abstraídos de modelos de conhecimento. O aprendizado é realizado/implementado por um algoritmo de aprendizado.

- Características de uma RNA

- Generalização

- A partir de exemplos anteriores uma RNA é capaz de generalizar seu conhecimento.
 - Exemplo:



- Características de uma RNA
 - Associação
 - Podem estabelecer relações de padrões de natureza distinta.

Redes Neurais Artificiais

- Características de uma RNA
 - **Abstração**
 - Capacidade de identificar a essência a partir de um conjunto de dados de entrada. A partir de padrões ruidosos uma RNA pode extrair as informações do padrão se ruído.
 - **Exemplo:**



Redes Neurais Artificiais

- Características de uma RNA
 - Robustez e Degradação Gradual
 - Como o processamento em uma RNA é distribuído, a perda de um conjunto de neurônio não causa o mau funcionamento da rede. O desempenho tende a diminuir gradativamente na medida em que aumenta a quantidade de neurônios artificiais inoperantes.

- Características de uma RNA
 - Não Programáveis
 - Uma RNA deve ser modelada segundo as entradas e saídas envolvidas em um algoritmo de aprendizado, buscando mapear corretamente as entradas nas saídas correspondentes.

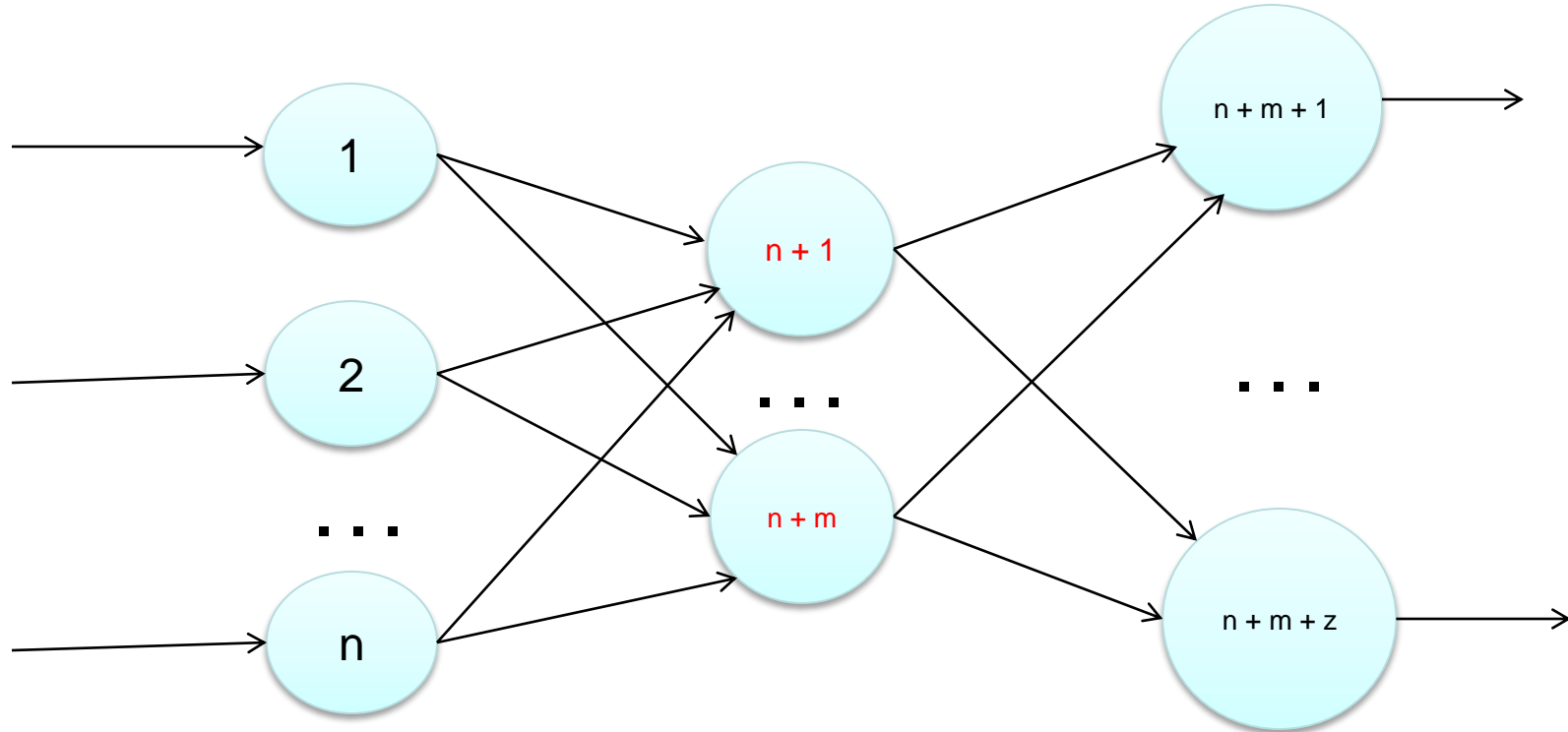
- Características de uma RNA
 - Soluções Aproximadas
 - Muitas vezes uma RNA produz uma solução aproximada para um determinado problema. As RNA's são suscetíveis a geração de soluções incorretas.

Redes Neurais Artificiais

- Uma RNA é formada por neurônios artificiais com conexões ponderadas por valores denominados pesos.
- Em uma RNA os neurônios são arrumados em camadas, com conexões entre elas.
- As camadas são organizadas em: camada de entrada, camada de saída e camada intermediária, comumente chamada de camada escondida.

Redes Neurais Artificiais

- Visão Geral de uma RNA

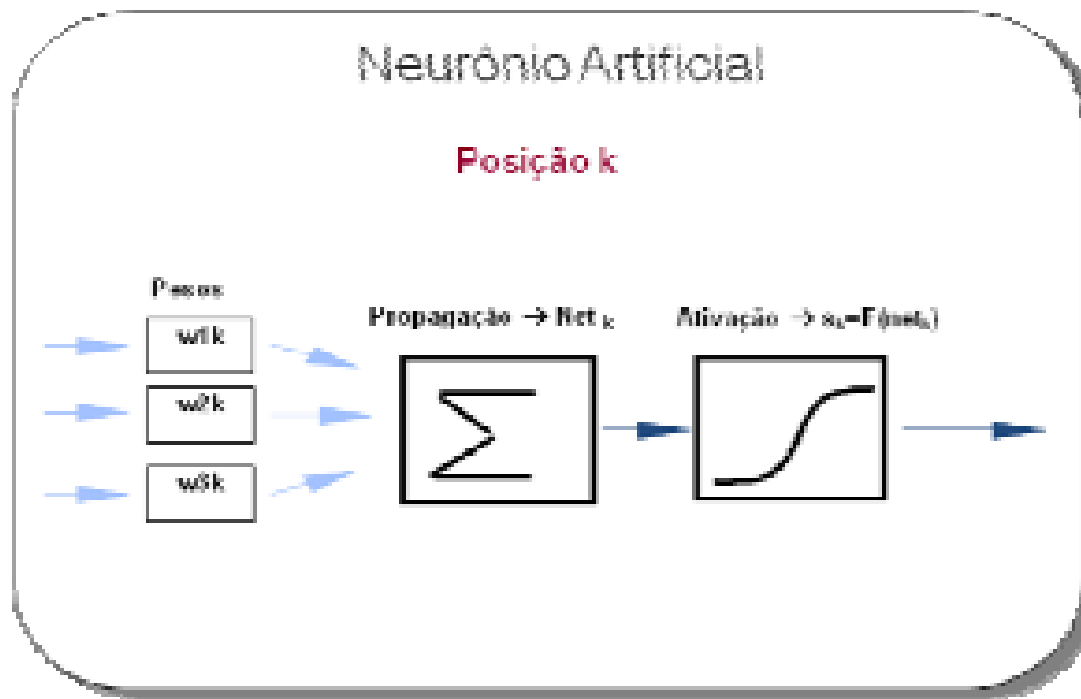


Redes Neurais Artificiais

- Um neurônio artificial foi projetado para imitar algumas das principais características de um neurônio biológico.
- Cada entrada de um neurônio artificial é multiplicada por um peso W_{ij} , gerando entradas ponderadas.
- Todas as entradas ponderadas são somadas, obtendo-se um valor NET, que é o potencial de ativação do neurônio artificial.
- O valor NET será comparado ao valor limite para ativação do neurônio (F).

Redes Neurais Artificiais

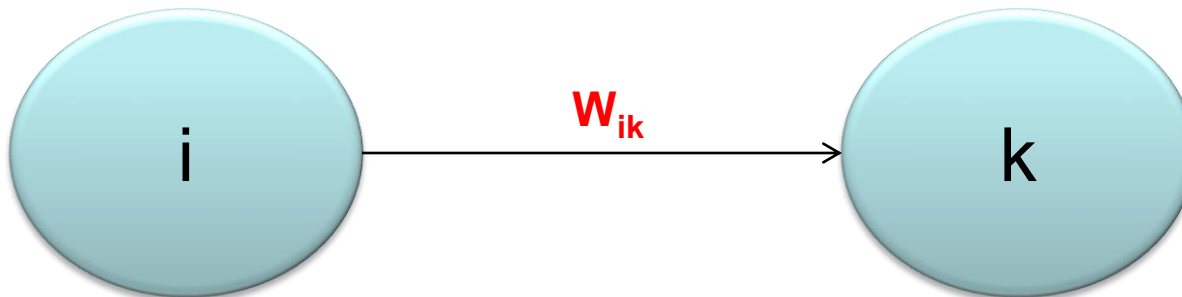
- Estrutura Interna de um Neurônio Artificial



Redes Neurais Artificiais

- Conexões entre Neurônios
 - Cada entrada de um neurônio artificial possui um valor real chamado peso sináptico.
 - Dependendo do valor do peso sináptico maior ou menor será a influência positiva ou negativa do neurônio.

- Conexões entre Neurônios



Onde:

i é a identificação do neurônio de entrada
 k é a identificação do neurônio de saída

Redes Neurais Artificiais

- Regra de Propagação
 - Maneira com que os estímulos provenientes de outros neurônios são combinados aos pesos sinápticos correspondentes para compor o potencial de ativação de um neurônio.
 - A regra de propagação estabelece o potencial de ativação de um neurônio NET_k .
 - A regra de ativação pode ser o produto escalar entre o vetor de entrada e o vetor de pesos.

- Regra de Propagação

$$Net_k = \sum W_{ik} * O_i$$

Onde:

Net_k é o potencial de ativação do neurônio k .

O_i saída do processador i .

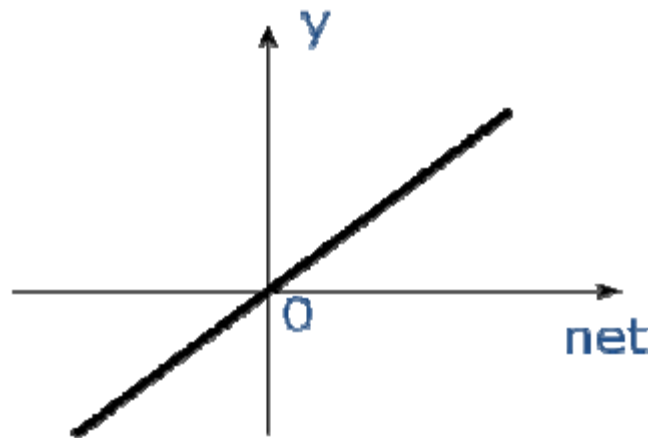
W_{ik} peso da conexão entre os neurônios i e k .

- Função de Ativação

- Determina o novo valor do estado de ativação do neurônio a partir do potencial de ativação Net_k .
- Determina a saída efetiva de um neurônio artificial.
- $S_k = F(Net_k + b_k)$
- F é a função de ativação do neurônio.
- b_k é uma constante que tem o efeito de aumentar o diminuir a entrada líquida da função de ativação. Esta constante é chamada de bias.

Redes Neurais Artificiais

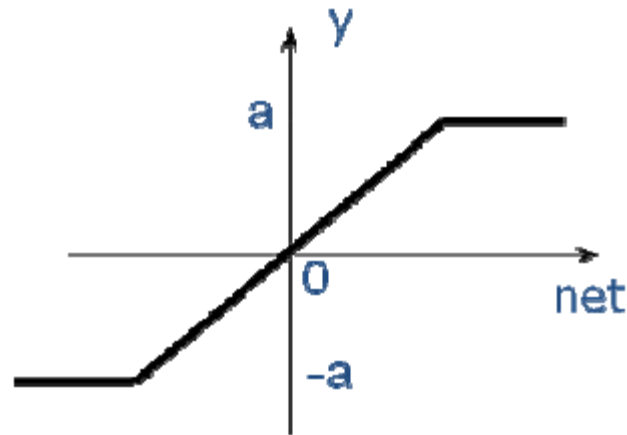
- Função de Ativação
 - Função Linear
 - $y = \alpha \times \text{Net}$



Redes Neurais Artificiais

- Função de Ativação
 - Função Rampa (linear por partes)

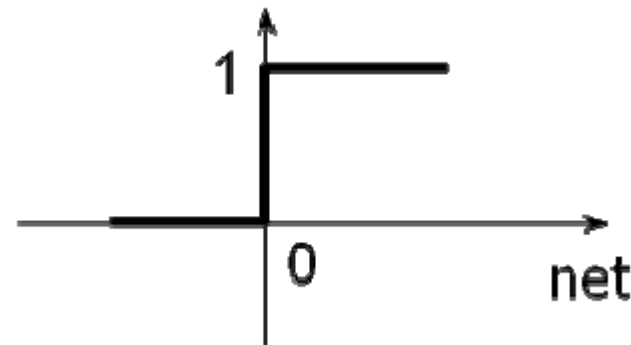
$$y = \begin{cases} \alpha & \text{se } \text{net} \geq 0 \\ \text{net} & \text{se } -\alpha < \text{net} < \alpha \\ -\alpha & \text{se } \text{net} \leq -\alpha \end{cases}$$



Redes Neurais Artificiais

- Função de Ativação
 - Função Degrau

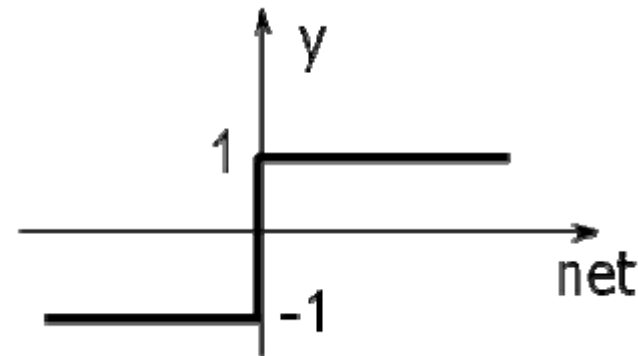
$$y = \begin{cases} 1 & \text{se } \text{net} > 0 \\ 0 & \text{se } \text{net} \leq 0 \end{cases}$$



Redes Neurais Artificiais

- Função de Ativação
 - Função Degrau Bipolar

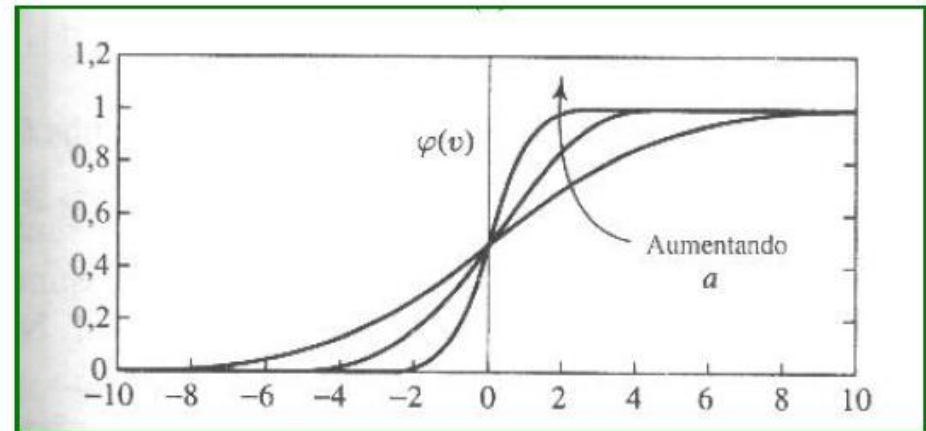
$$y = \begin{cases} 1 & \text{se } \text{net} > 0 \\ -1 & \text{se } \text{net} \leq 0 \end{cases}$$



Redes Neurais Artificiais

- Função de Ativação
 - Função Sigmóide

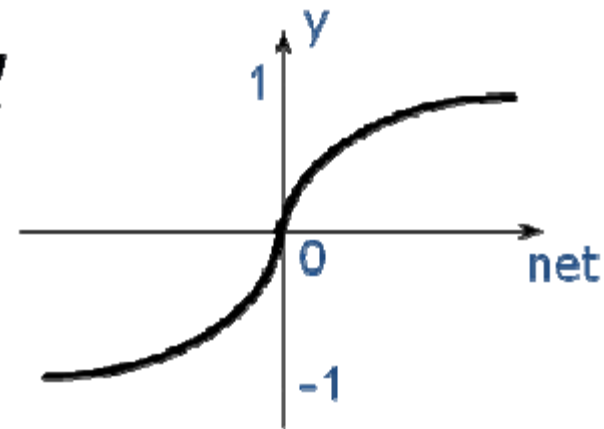
$$y = \frac{1}{1 + e^{(-a \times net + b)}}$$



Redes Neurais Artificiais

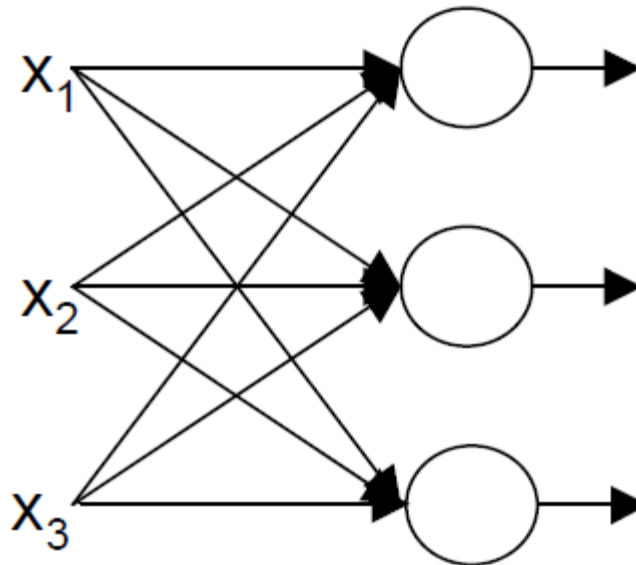
- Função de Ativação
 - Função Tangente Hiperbólica

$$y = \frac{2}{(1 + e^{(-2axnet+b)}) - 1}$$



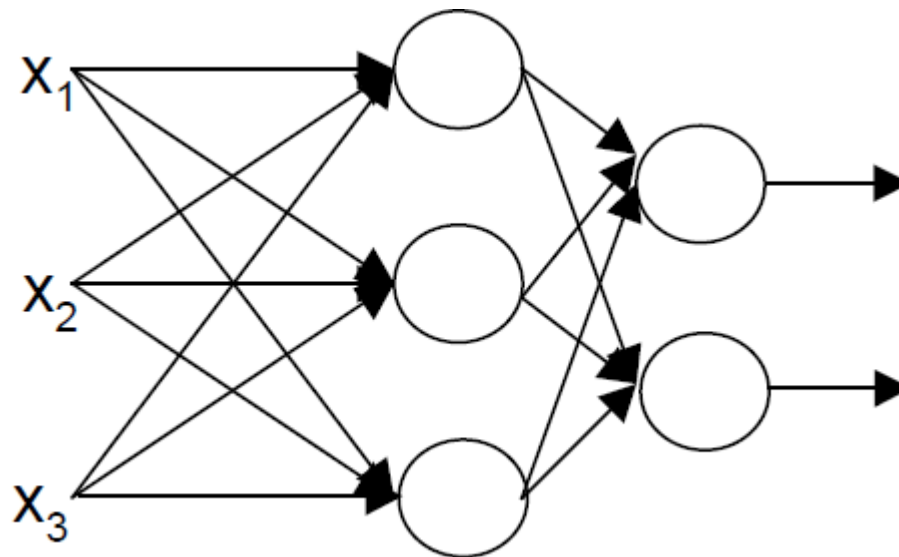
Arquiteturas de Redes Neurais

- Redes de uma Única Camada
 - São RNA's que possuem apenas uma única camada de neurônios.



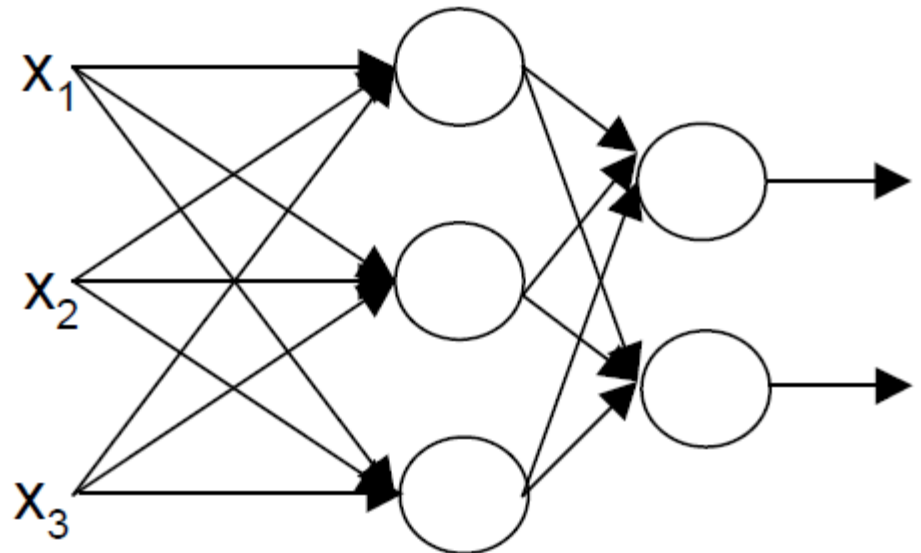
Arquiteturas de Redes Neurais

- Redes de Múltiplas Camadas
 - São RNA's que possuem mais de uma camada de neurônios.



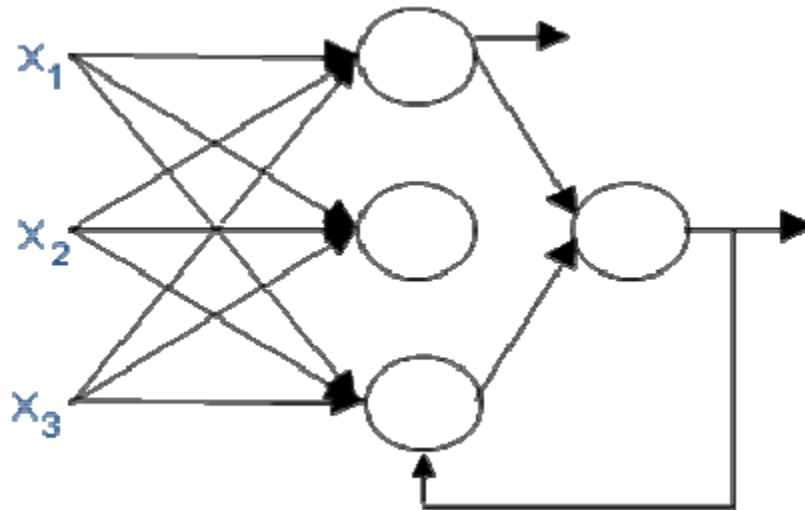
Arquiteturas de Redes Neurais

- Redes Feedforward (acíclica)
 - O fluxo do processamento da informação ocorre da esquerda para a direita.
 - Não há retorno de sinal para as camadas anteriores.



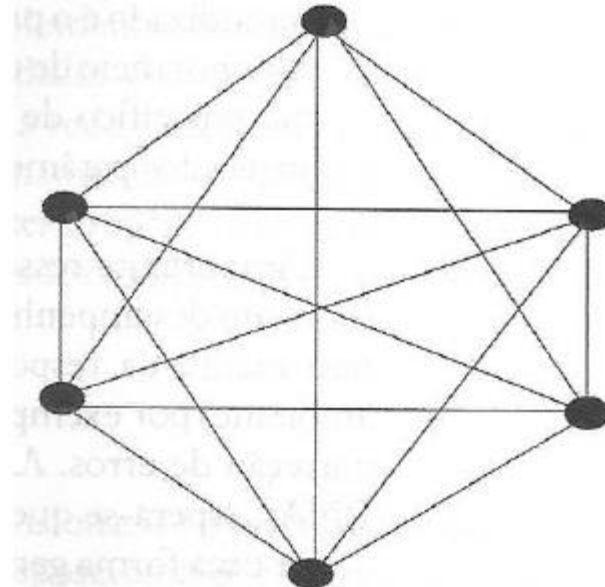
Arquiteturas de Redes Neurais

- Redes Feedback (cíclica)
 - Existe um sinal de retorno em sentido contrário ao fluxo de processamento da informação.



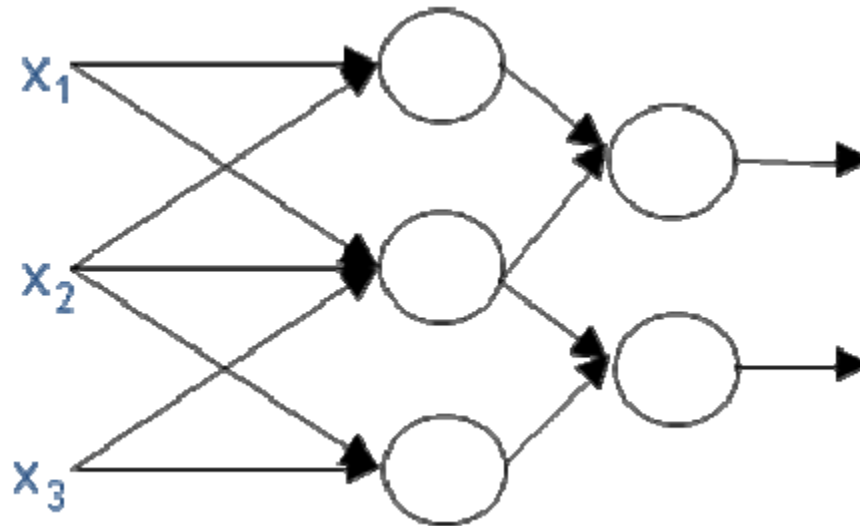
Arquiteturas de Redes Neurais

- Redes com Recorrência Autoassociativa
 - A saída de cada neurônio serve de entrada para todos os outros neurônios.



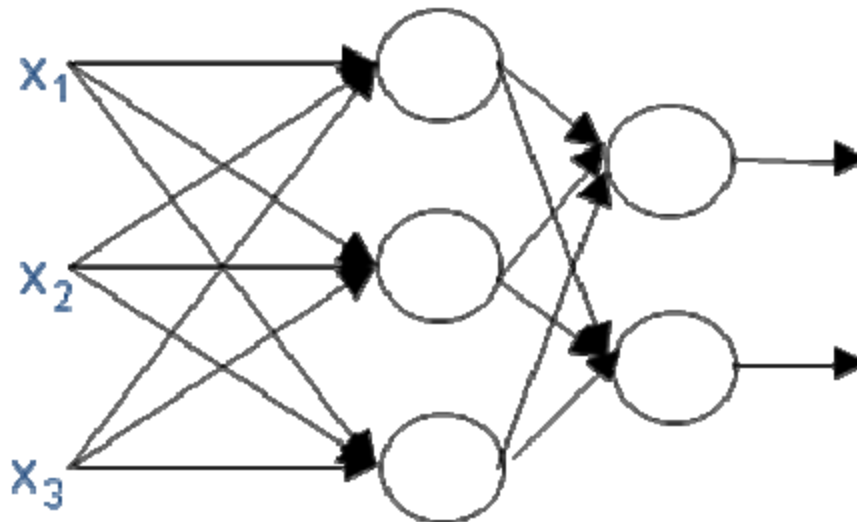
Arquiteturas de Redes Neurais

- Redes Parcialmente Conectadas
 - Existem neurônio em um determinada camada que não se conectam a todos os neurônios na camada seguinte.



Arquiteturas de Redes Neurais

- Redes Completamente Conectadas
 - Um neurônio em uma determinada camada se conecta a todos os neurônios da camada seguinte.



Processamento Neural

- O processamento em um rede neural artificial pode ser dividido em:
 - **Aprendizado**
 - Processo de atualização dos pesos sinápticos para aquisição do conhecimento.
 - Os pesos são atualizados conforme o algoritmo de aprendizado escolhido.
 - O vetor de pesos $w(t+1)$ no instante $t+1$ pode ser escrito como:
 - **$w(t+1) = w(t) + \delta w(t)$**
 - $\delta w(t)$ é o ajuste aplicado aos pesos.

Processamento Neural

- O processamento em um rede neural artificial pode ser dividido em:
 - **Aprendizado**
 - Os algoritmos de aprendizado diferem na forma como $\delta w(t)$ é calculado.
 - O processo de aprendizado possui os seguintes passos:
 1. A rede neural é estimulada ao receber um padrão de entrada retirado de um conjunto histórico de padrões ou dados.
 2. A rede neural sofre modificações em seus parâmetros livres.
 3. A rede neural responde de uma nova maneira ao ambiente.

Processamento Neural

- O processamento em um rede neural artificial pode ser dividido em:
 - **Aprendizado**
 - Os passos do algoritmo de aprendizado são repetidos até que algum critério de parada seja estabelecido, podendo ser:
 - Número de iterações máximo atingido.
 - Erro produzido pela rede atinge um patar abaixo do limiar definido.O erro produzido pela rede atinge um valor considerado suficientemente pequeno.

Processamento Neural

- O processamento em um rede neural artificial pode ser dividido em:
 - **Aprendizado**
 - Um rede neural somente pode ser aplicada a um problema após ter sido treinada.
 - Na fase de aplicação não há atualização dos pesos sinápticos.

Tipos de Aprendizado em uma RNA

- Aprendizado Supervisionado
 - A rede neural recebe um conjunto de dados de entrada e seus correspondentes padrões de saída.
 - Os pesos sinápticos são atualizados até que o valor do erro fique abaixo de um limite máximo de tolerância especificado pelo usuário.
 - $e(t) = d(t) - y(t)$
 - $w(t+1) = w(t) + \eta e(t)X(t)$
 - Onde:
 - η é a taxa de aprendizado.
 - $e(t)$ é uma medida de erro, no instante t .
 - $X(t)$ entrada do neurônio, no instante t .

Tipos de Aprendizado em uma RNA

- Aprendizado Supervisionado
 - Este tipo de aprendizado envolve a minimização da soma dos erros quadráticos das saídas.

$$\varepsilon^2 = 1/2 \sum_{i=1}^p (y_d^i - y)^2$$

– Onde:

- p é o número de exemplos.
- y_d^i é a saída desejada para o vetor de entrada x_i e y é a saída corrente da rede para o vetor x_i .

Tipos de Aprendizado em uma RNA

- Aprendizado Não Supervisionado
 - Trabalho os dados de maneira a determinar algumas propriedades dos conjuntos de dados.
 - Não existe para cada entrada uma saída desejada.
 - Regularidade e redundância nas entradas são características essenciais para haver aprendizado não supervisionado.
 - Este tipo de aprendizado é muito útil para agrupamento de dados.

Tipos de Aprendizado em uma RNA

- Aprendizado por Reforço
 - Tente a maximizar (reforçar) as ações boas produzidas pela rede.
 - Se uma ação produzida representa um estado satisfatório, então a tendência de reproduzir esta ação é reforçada.
 - Se uma ação produzida representa um estado insatisfatório, então a tendência de reproduzir esta ação não é enfraquecida.
 - Muito útil para ser aplicado em tarefas de controle.

Aplicações das RNA's

- As Redes Neurais Artificiais podem ser utilizados em diversos problemas, tais como:
 - Classificação de padrões
 - Reconhecimento de padrões
 - Correção de padrões
 - Previsão de séries temporais
 - Mineração de dados
 - Suporte à decisão

Referências

- As figuras desta apresentação foram extraídas de:
 - Um Introdução a Inteligência Computacional: fundamentos, ferramentas e aplicações. GOLDSCHIMIDT, R. L. Rio de Janeiro, 2010. Editora IST-RJ.