

- Apresentação do Professor: dados, lista de E-mail's, etc.
 - Apresentação da Turma: Estatística sobre origem dos alunos para adaptação do curso
 - Apresentação do Curso: Previsão de 11 Aulas de 3 horas, 3 provas de 2 horas (1 subst.) e 7 listas de exercícios
1. Introdução ao Campo de Redes Neurais Artificiais
 - 1.1. O que são e suas origens
 - 1.2. Primeiro Exemplo
(Treinamento "Hebbiano" Não-supervisionado)
 - 1.3. Alguns aspectos históricos
 - 1.4. Principais Conceitos
 - 1.4.1. Definições
 - 1.4.2. Alguns tipos de arquitetura
 2. Redes "Alimentadas-Adiante"
 - 2.1. PERCEPTRONS
 - 2.1.1. O algoritmo "Hebbiano" de aprendizado
 - 2.1.2. Treinamento "Hebbiano" não-supervisionado
 - 2.2. Unidades Lineares (ADALINE)
 - 2.3. Unidades Não-Lineares
 - 2.4. O Algoritmo de Retro-Propagação
 3. Aplicações da Retro-Propagação na Engenharia Nuclear
 - 3.1. Ajuste de Funções
 - 3.2. Previsão da queima de combustível em um reator nuclear
 - 3.3. Previsão do Comportamento de Sistemas de Reatores
 - 3.4. Controle de um Manipulador
 - 3.5. Lista de Exemplos de Aplicação
 4. Redes Neurais Baseadas no Sistema de Controle Motor
 - 4.1. Base da Neurociência
 - 4.2. Os conceitos de Multi-Sinapses e Unidade de Controle Motor
 - 4.3. Aplicação no Controle de um Manipulador
 - 4.4. Aplicação no Controle de um Sistema de Reatores
 5. Aprendizado Competitivo e Mapas Auto-Organizáveis
 6. (Se houver possibilidade: Introdução a Algoritmos Genéticos)

Prova 2

Prova Substitutiva

Referências:

- Haykin, S., *REDES NEURAIS – Princípios e Prática*, Bookman, Segunda Edição, 2001.
- Braga, A.P., Ludermir, T.B., Carvalho, A.C.P.L.F., *Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações*, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2000.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T.M. (Eds.). *Principles of Neural Science*. Prentice-Hall International Inc., 1991
- (artigos e material distribuído nas aulas)

- O que são Redes Neurais Artificiais?
 - Sistemas paralelos compostos por unidades de processamento simples, dispostas em camadas e altamente interligadas, inspiradas no cérebro humano;
 - Disciplina tecnológica que trata de sistemas de processamento de informações que armazenam conhecimento e desenvolvem capacidade adaptativa;
 - É uma forma diferente de conceber sistemas de computação que não executam programas, mas comportam-se, reagem, se organizam e aprendem, adquirindo capacidade de generalização.

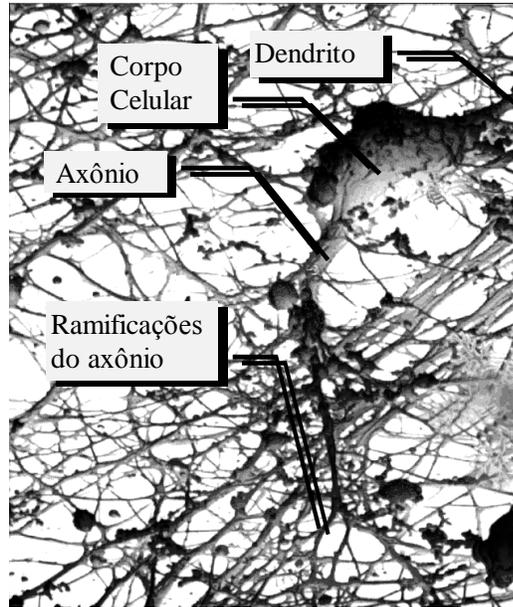
- A que tipo de problemas se aplica?
 - Problemas muito complexos de difícil modelagem,
 - Situações em que os dados são falhos ou incompletos,
 - Processamento de linguagem natural, compressão de imagens, reconhecimento de escrita manual, filtragem de ruídos, controle, etc.

Existem pelo menos duas denominações para este campo:

- a) Redes Neurais Artificiais (RNA); e,
- b) Computação Neural.

A denominação de *redes neurais artificiais* se deve à sua origem:

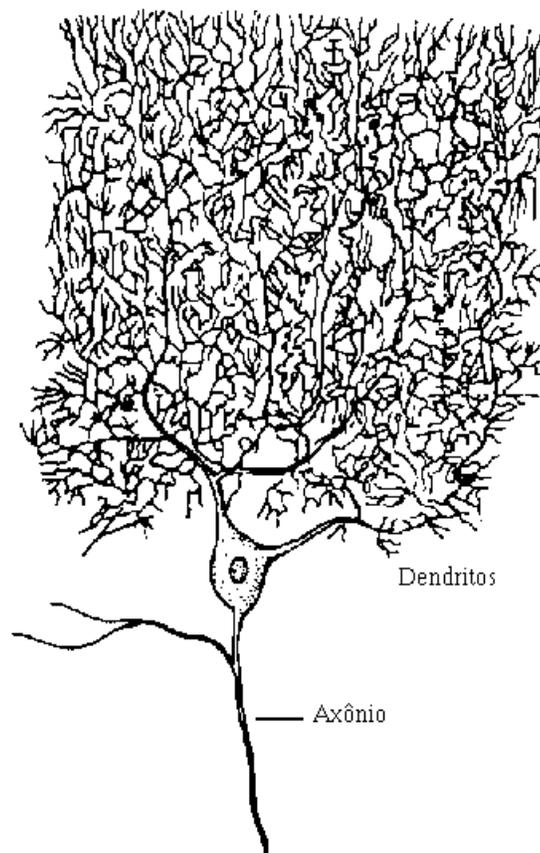
A Neurociência



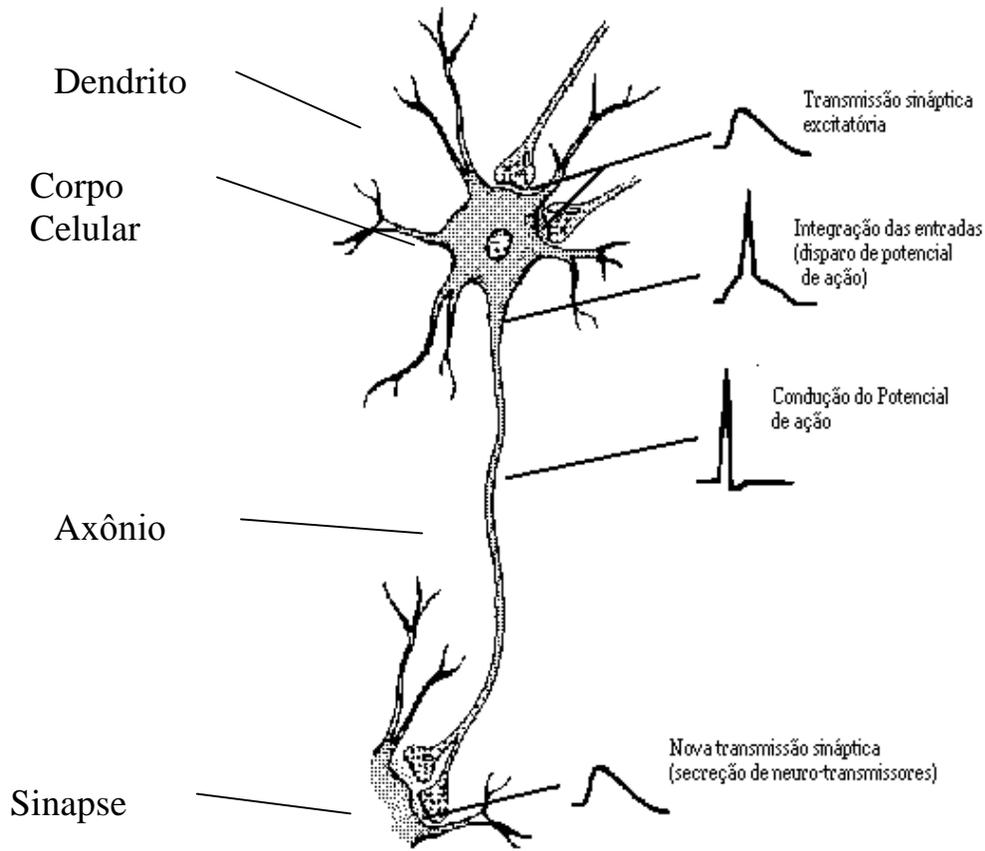
Ampliação de um circuito nervoso.

(adaptação de foto da *Eye of Science/Science Photo Library*, da edição de fevereiro de 1998 da revista *Superinteressante*)

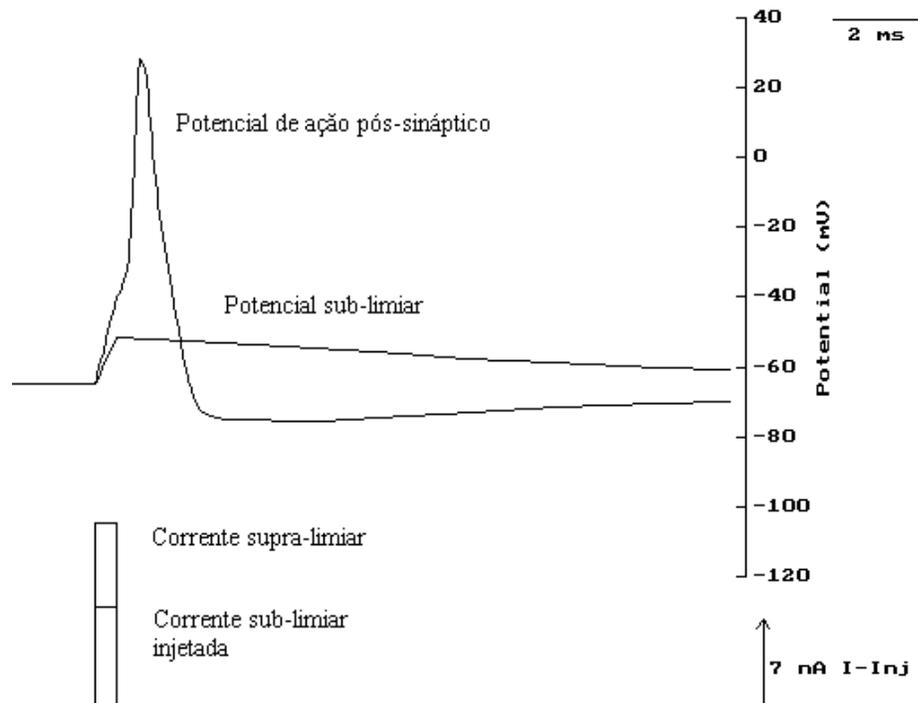
São aproximadamente 100 bilhões os neurônios de um ser humano. A conectividade neuronal atinge o estágio em que uma única célula, através de seu axônio, forma não uma, mas em média mais de 1000 conexões sinápticas com outras células, recebendo um número equivalente ou maior de conexões de outras células. Um neurônio motor, por exemplo, pode receber 10,000 diferentes contatos e uma célula Purkinje, pode receber até 150,000 contatos. No total são formadas em torno de 10^{14} conexões sinápticas em todo o sistema nervoso humano.



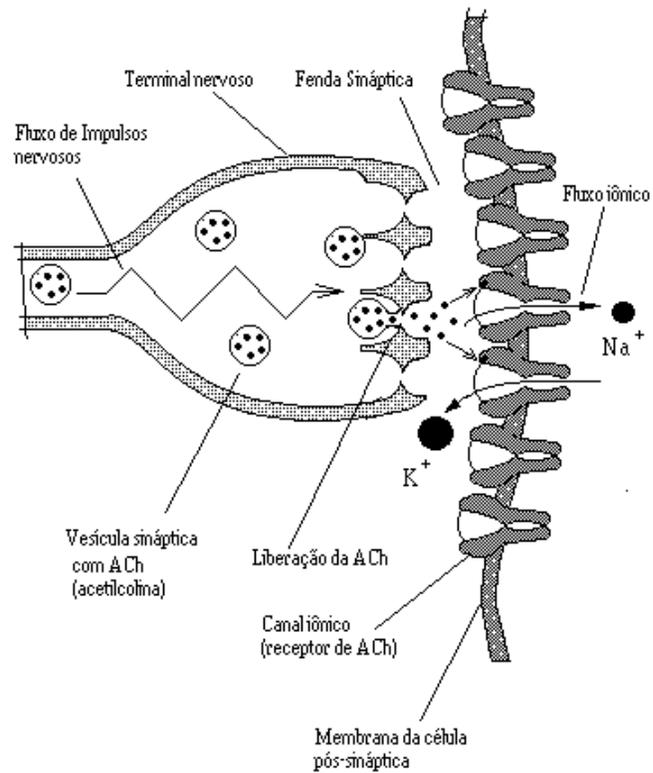
Célula Purkinje do Cerebelo (Kandel, 1991c).



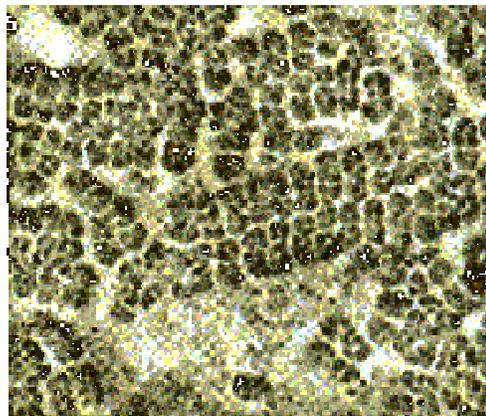
Neurônio Motor



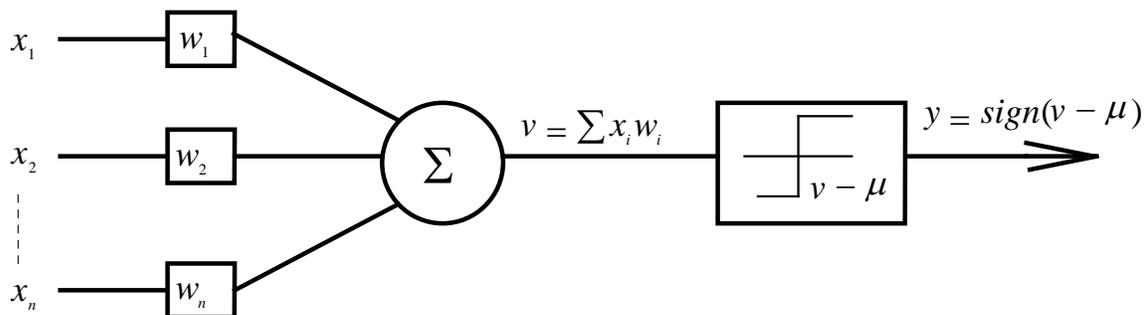
Potencial de ação pós-sináptico.



Esquema de uma Sinapse Química de ACh.

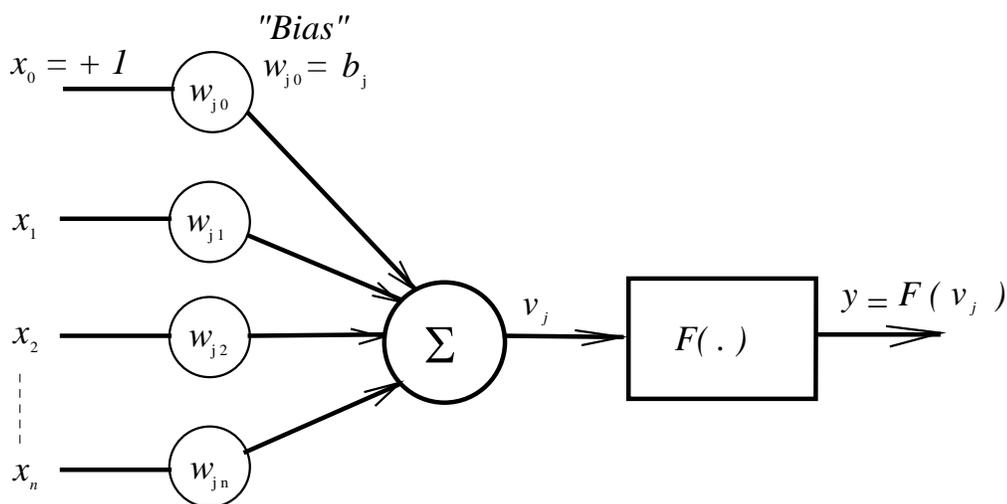
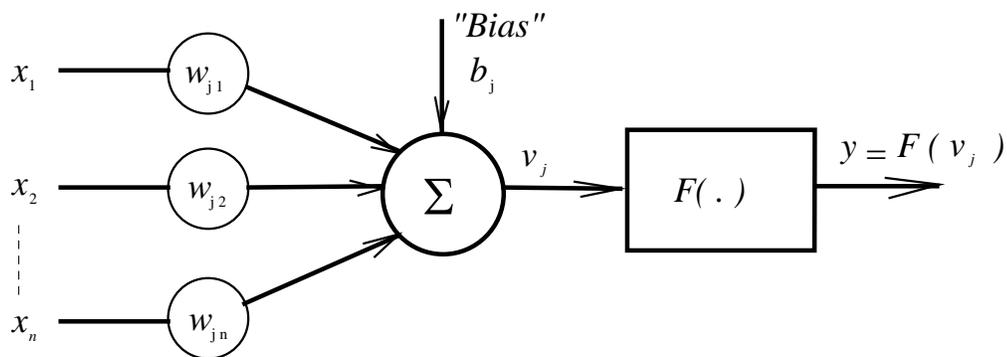


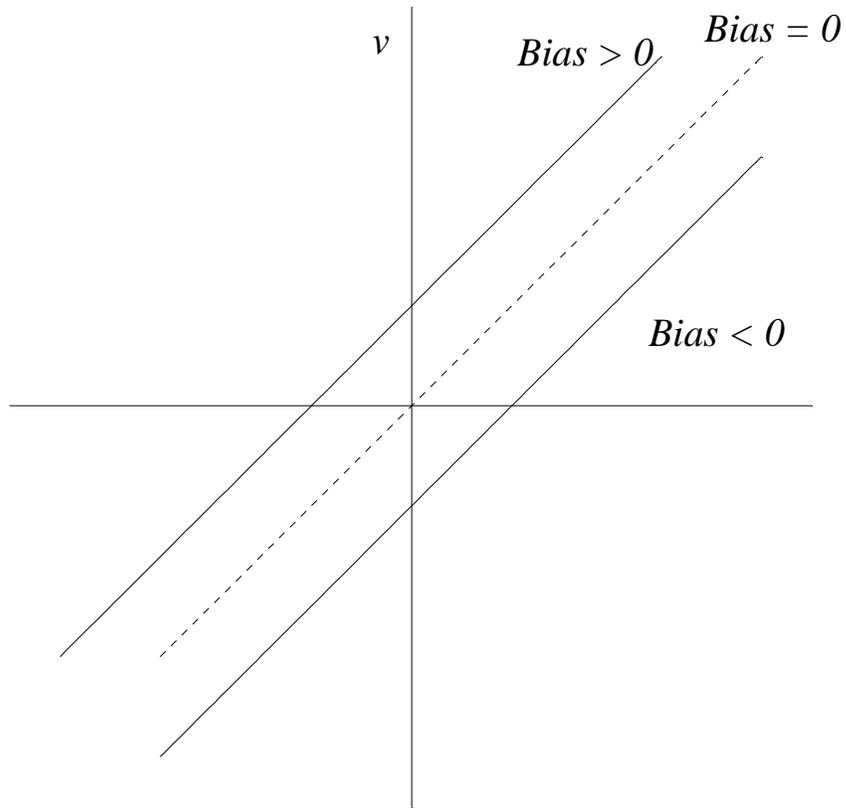
Ampliação de um aglomerado de canais iônicos de ACh.
(adaptado de Heuser e Salpeter, 1979)



“Neurônio de McCulloch-Pitts.” (1943)

Outras representações...





Efeito do Bias (transformação afim)...

O interesse original era a modelagem de *redes neurais reais* (às vezes denominadas redes neuronais). Mas daí surgiu um novo interesse: “*o desenvolvimento de um cérebro eletrônico*”. O termo *cérebro eletrônico* foi dominante antes de ser substituído pelo termo *computador*. Junto com novos interesses e com esse novo termo surgiu uma nova terminologia para o campo: *Computação Neural*.

A somatória dos sinais de entrada representa a integração dos sinais de entrada no neurônio (que no caso de um sistema biológico apresenta características de integração espacial e temporal). A função *senal* (ou limiar) representa a característica de *disparo* de um potencial de ação em um neurônio. Os pesos (w) representam os processos de transmissão sináptica.

Considerando uma unidade j em uma dada rede, a resposta dessa unidade é expressa por:

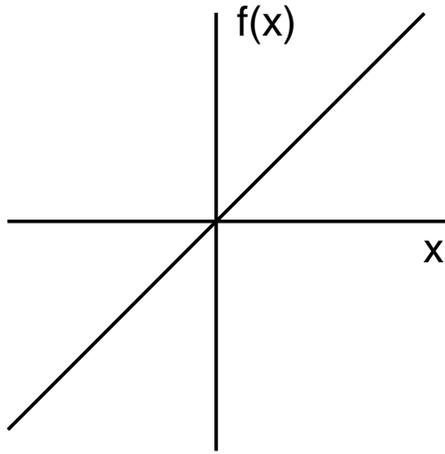
$$y_j = \text{sgn}(v_j - \mu_j) \quad (1)$$

onde a função *senal* (sgn) assume dois valores:

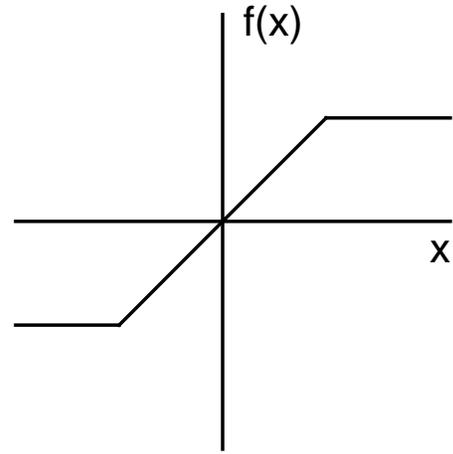
$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1 \rightarrow \text{se } x \geq 0 \\ -1 \rightarrow \text{se } x < 0 \end{cases}$$

μ é o limiar (“bias”) e,

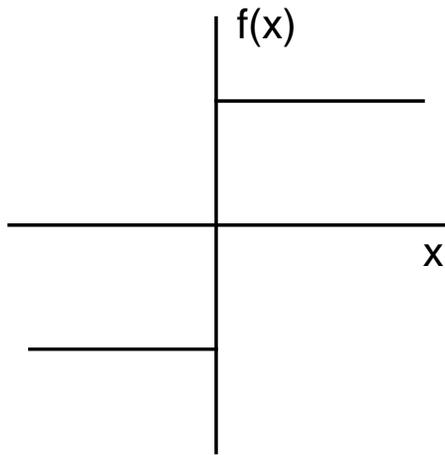
$$v_j = \sum_{i=1}^n w_{j,i} x_{j,i} \quad (2)$$



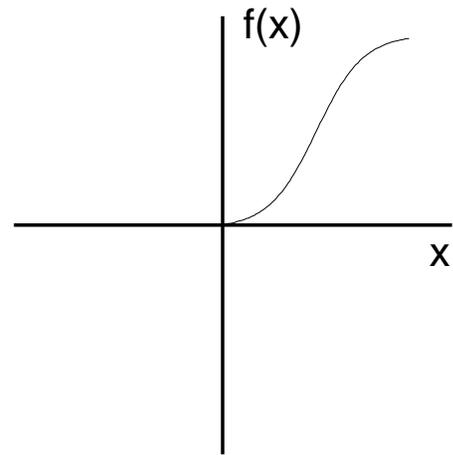
(a)



(b)



(c)

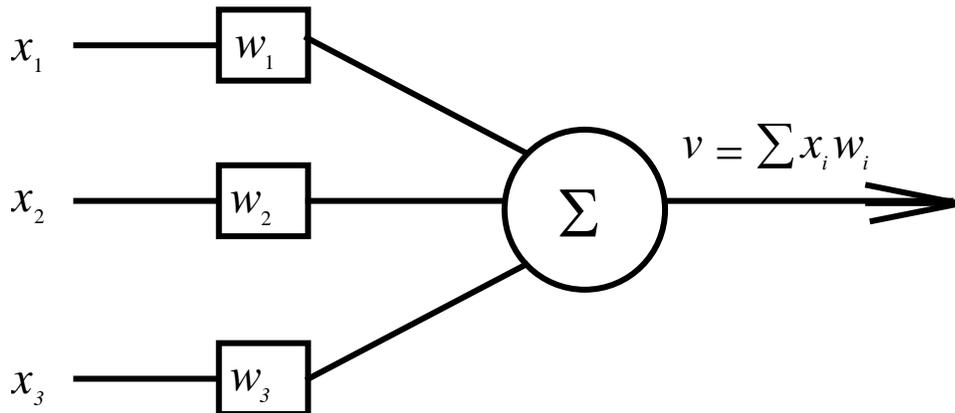


(d)

Alguns tipos de função de ativação.

PRIMEIRO EXEMPLO (Utiliza o arquivo Excel "Hebb-Aula-1.xls"):

Consideremos um Neurônio de "McCulloch" com 3 entradas (x_1 , x_2 e x_3) e uma saída linear v (sem limiar ou "bias"):



Façamos com que esse "neurônio" tenha suas ligações adaptadas por um processo que obedece ao "Algoritmo Hebbiano de Aprendizado Não-supervisionado" na forma:

$$\Delta w_i = \eta x_i v_i$$

onde Δw_i é o incremento em w e η uma taxa de aprendizado.

Adotando pesos iniciais escolhidos aleatoriamente e utilizando uma taxa de aprendizado pequena (da ordem de 0,05 - 0,10), apresentemos 4 padrões diferentes de entradas (0's ou 1's) por algumas vezes consecutivas (sete vezes por exemplo) e observemos a evolução dos pesos (w) e das respostas (v) obtidos durante esse processo de treinamento. Após isso verifiquemos a resposta desse "neurônio" quando testado com padrões não presentes no treinamento. Observemos que: o "neurônio" treinado dessa maneira já tem a capacidade de "Classificar Padrões".

(Para adquirir sensibilidade é importante utilizar a planilha enviada e realizar tantos testes quanto for o interesse)

Questões:

1. Descreva o que você entende por *Redes Neurais Artificiais (RNA)*?
2. Qual era o primeiro interesse quando do início do campo das *RNA*?
3. Dê uma outra denominação usada para definir o campo de *RNA*?
4. O que são *dendritos*?
5. O que é *axônio*?
6. A que tipos de problemas se aplicam as *RNAs*?
7. O que é *Função de Ativação*?