

# PSI 5886 – Princípios de Neurocomputação

**Prof. Emilio Del Moral Hernandez**  
**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**  
**Departamento de Eng. De Sistemas Eletrônicos**



***[emilio\\_del\\_moral@ieee.org](mailto:emilio_del_moral@ieee.org)***  
***[www.lsi.usp.br/~emilio](http://www.lsi.usp.br/~emilio)***

Grupo ICONE (Grupo de Inteligência Computacional, Modelagem e Neurocomputação) - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Back Forward Stop Home Search Favorites Media Print

Address http://www.lsi.usp.br/icone/disciplinas/disciplinas.htm Links >>

**Grupo de Inteligência Computacional, Modelagem e Neurocomputação**  
**Laboratório de Sistemas Integráveis - LSI**  
**Escola Politécnica - EP**  
**Universidade de São Paulo - USP**

[Principal] [Membros] [Projetos] [Seminários] [Workshops] [Disciplinas] [Publicações] [Fotos] [Contato]

Link para os [Materiais de Apoio às Disciplinas sendo ministradas neste ano](#)

Para detalhes e links das disciplinas ministradas recentemente, por favor cheque em sua [PÁGINA EPUSP](#).

**Lista geral de disciplinas ministradas em graduação pelo Prof.Emilio del Moral Hernandez**

|          |  |
|----------|--|
| PEL 315  | Laboratório de Eletricidade I  |
| PEL 316  | Laboratório de eletricidade II   |
| PEL 332  | Eletrônica Experimental para Estudantes de Física                                    |
| EE 214   | Apoio a disciplina - Electrical Measurements Laboratory (University of Pennsylvania) |
| PEL 318  | Laboratório de eletrônica I  |
| PEE 327  | Laboratório de Eletrônica II   |
| PSI 2307 | Laboratório de eletrônica unificado  |
| PSI 2432 | Projeto e Implementação de Filtros Digitais  |
| PSI 2533 | Modelagem em Processamento de Sinais   |
| PSI 2325 | Lab. de Eletrônica I para estudantes da ênfase Sistemas Eletrônicos                  |
| PSI 2327 | Lab. de Eletrônica II para estudantes da ênfase Sistemas Eletrônicos                 |
| PSI 2222 | Práticas de Eletricidade e Eletrônica  |

**Lista geral de disciplinas ministradas em pós-graduação pelo Prof.Emilio del Moral Hernandez**

|                        |  |
|------------------------|--|
| EE 539                 | Apoio à disciplina - Introduction to Neural Networks and Applications (University of Pennsylvania) |
| PEE 5788 /<br>PSI 5788 | Redes de Neurônios Artificiais com Bifurcação e Dinâmica Caótica                                   |

Start | Inbox - Outlook Exp... | Grupo ICONE (Gru... | PSI\_5886\_Neura... | Microsoft PowerPoin... | Internet | 4:26 PM

*PSI-5886 – Prof. Emilio Del Moral – Princípios de Neurocomputação – 2007 EPUSP*

Emilio Del Moral Hernandez @ EPUSP - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address [http://www.lsi.usp.br/%7Eemilio/disciplinas.htm#\\_Toc162187383](http://www.lsi.usp.br/%7Eemilio/disciplinas.htm#_Toc162187383) Links >>

Obrigado.

**Professor Emilio Del Moral Hernandez  
(emilio@lsi.usp.br)**

Alguns materiais de apoio às aulas iniciais da disciplina:

- 1) Apostila de 14 pgs: [Material Introdutório da Disciplina PSI 2222 \(graduação\)](#)  
(Material também usado em PSI 2533 e PSI 5886)
- 2) Apresentação de 46 slides: [Material Introdutório da Disciplina PSI 2222 \(graduação\)](#)  
(Material também usado em PSI 2533 e PSI 5886)
- 3) A ultima pagina do primeiro arquivo \*.pdf acima também lista varias referencias relevantes
- 4) Alguns conceitos introdutorios (com foco restrito ao tema do artigo) aparecem na publicação de iniciação científica "Experimentos com Arquiteturas Neurais Clássicas para o Desenvolvimento de Arquiteturas Neurais Híbridas", Publicação EPUSP.  
<http://www.poli.usp.br/PesquisaPoli/Publicacoescpq/ProducaoIC2002/pdfs/psicla02.pdf>  
(Material também usado em PSI 2533 e PSI 2222)
- 5) Um interessante exemplo de aplicação de redes neurais feita por alunos do quinto ano:  
LEMOS, Daniel Richetti; RODRIGUES, Gabriel Junqueira; DEL MORAL HERNANDEZ, Emilio.  
Reconhecedor de voz via redes neurais. Produção em Iniciação Científica da Escola Politécnica da USP,  
PIC-EPUSP, São Paulo, n. 2, 2003.  
[http://www.poli.usp.br/PesquisaPoli/Publicacoescpq/ProducaoIC2003/artigo.aspx?artigo=PDF\PSI3\\_SB.pdf](http://www.poli.usp.br/PesquisaPoli/Publicacoescpq/ProducaoIC2003/artigo.aspx?artigo=PDF\PSI3_SB.pdf) (resumo)  
<http://www.poli.usp.br/PesquisaPoli/Publicacoescpq/ProducaoIC2003/PDF/PSI3%20SB.pdf> (trabalho completo)

---

PSI 2432 – PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE FILTROS DIGITAIS – Edição de 2006 (segundo semestre)

Start | Inbox - Outloo... | Emilio Del Mo... | PSI\_5886\_Neu... | Microsoft Pow... | RE: Cupleaã... | Internet | 4:29 PM

# Grupo **ICONE** - Inteligência Computacional, Modelagem e Neurocomputação



# Inteligência Computacional e Neurocomputação

- Neurocomputação
- Inteligência Artificial Simbólica
- Fuzzy Logic
- Algoritmos Genéticos
- Classificação Estatística
- Filtros Adaptativos
- Otimização
- Identificação de modelos paramétricos
- Aprendizado de máquina
- Sistemas para o apoio à decisão
- Processamento de informações não estruturadas
- Processamento / reconhecimento / classificação de sinais e imagens
- Interfaces homem-máquina naturais
- Modelagem de sistemas não lineares multivariáveis
- Bifurcação e dinâmica caótica no contexto de neurocomputação

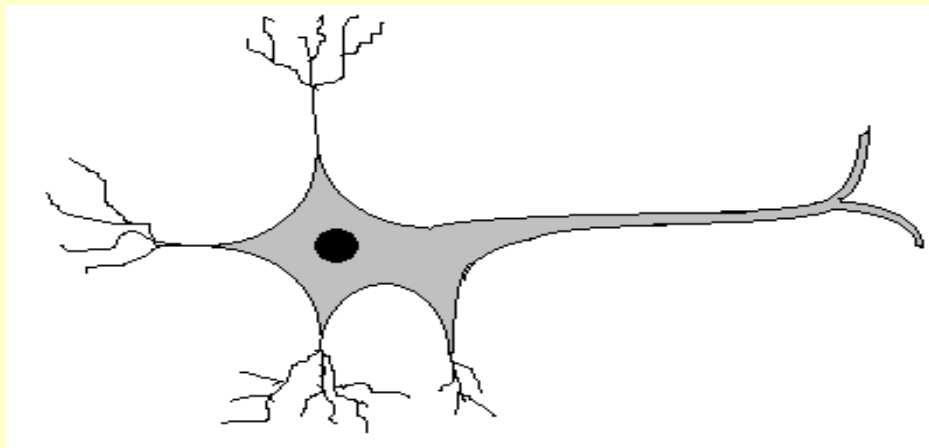
## Interests of the group ICONE:

- **Neurocomputing**
- **Artificial Intelligence**
- **Fuzzy Logic**
- **Genetic Algorithms**
- **Statistical Classification**
- **Adaptive Filters**
- **Optimization Techniques**
- **Identification in parametric models**
- **Machine Learning**
- **Decision Support Systems**
- **Processing / recognition / classification of signal and images**
- **Natural man-machine Interfaces**
- **Data mining (with ANNs)**
- **Modeling of non-linear multivariate systems**
- **Bifurcation and chaotic dynamics in the context of neuro-like computation**

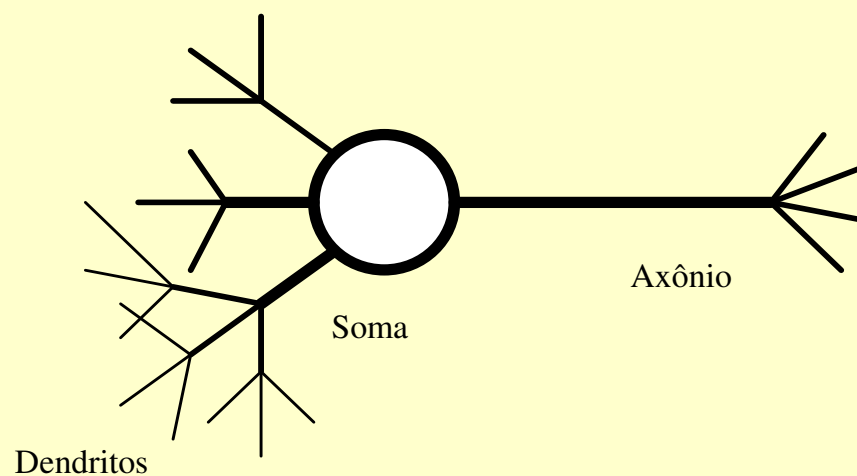
# Redes Neurais Artificiais

- São sistemas computacionais, de implementação em hardware ou software, que *imitam* as habilidades computacionais do sistema nervoso biológico, usando um grande número de neurônios artificiais simples e interconectados entre si.
- Algumas aplicações típicas ...
  - Reconhecimento de caracteres
  - Reconhecimento e Síntese de Voz
  - Visão artificial
  - Riscos de inadimplência / detecção de padrões de risco
  - Previsão de vendas / previsão de séries temporais

# Dos Neurônios Biológicos aos Artificiais



## Neurônio Biológico e Neurônio Artificial





## **Artificial Neural Networks – a bit of the history**

- **40s: o neurônio McCullock and Pitts (binary decision)**
- **50s: In 56, during the first International Conference on Artificial Intelligence, presented an artificial neural model by Nathaniel Rochester, from the IBM.**
- **In 59, demonstrated the Adaline network (linear prediction)**
- **60s: the Perceptron of Rosenblat (linear decision + learning)**

# Artificial Neural Networks – a bit of the history

- 69, Marvin Minsky and Seymour Papert published the book “Perceptrons”
- In 82, John Hopfield presented an artificial neural system that allowed the memorization of images in the neuron’s interconnections.
- Still in 82, the first U.S.A – Japan conference on neural networks, in Kyoto.
- 80’s: Learning algorithms for Multi Layer Perceptrons

## The Current Picture ...

- **IJCNN – International Joint Conference on Neural Networks**
  - **ICANN – International Conference on Artificial Neural Networks**
  - **IWANN – International Work Conference on Neural Networks**
- And many many other conferences.*

- **INNS – International Neural Networks Society**
- **ENNS – European Neural Networks Society**
- **SBRN – Sociedade Bras. de Redes Neurais**
- **IEEE CIS – IEEE Computational Intelligence Society**

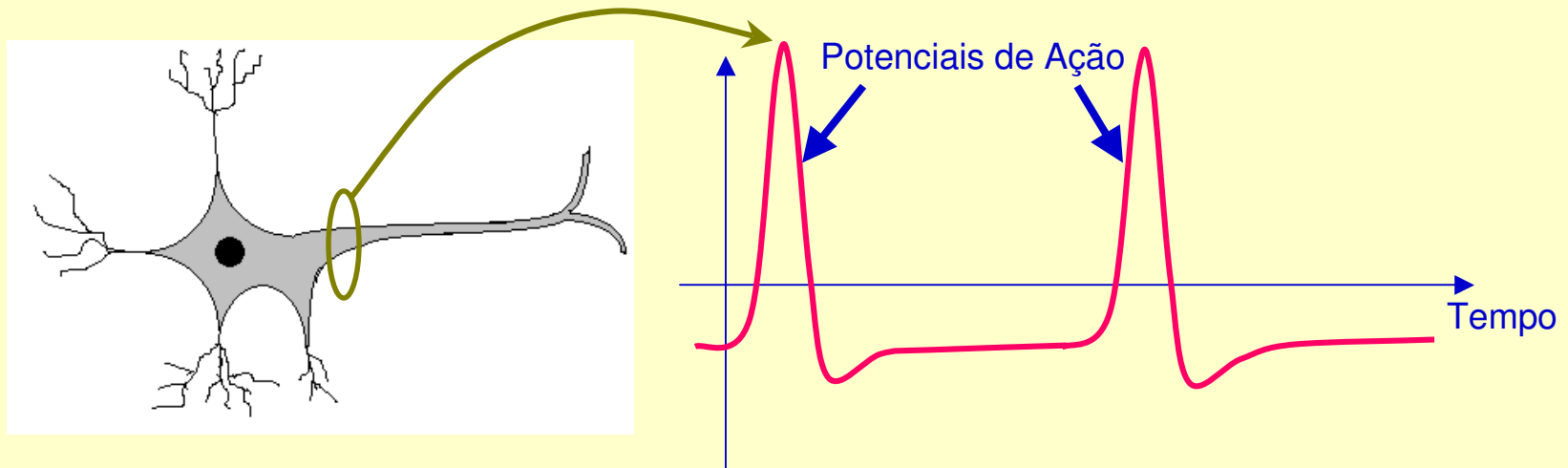
# O Neurônio Biológico

- **Décadas de 50 e 60: neurônio biológico passou a ser visto como um dispositivo computacional elementar do sistema nervoso, com muitas entradas e uma saída.**

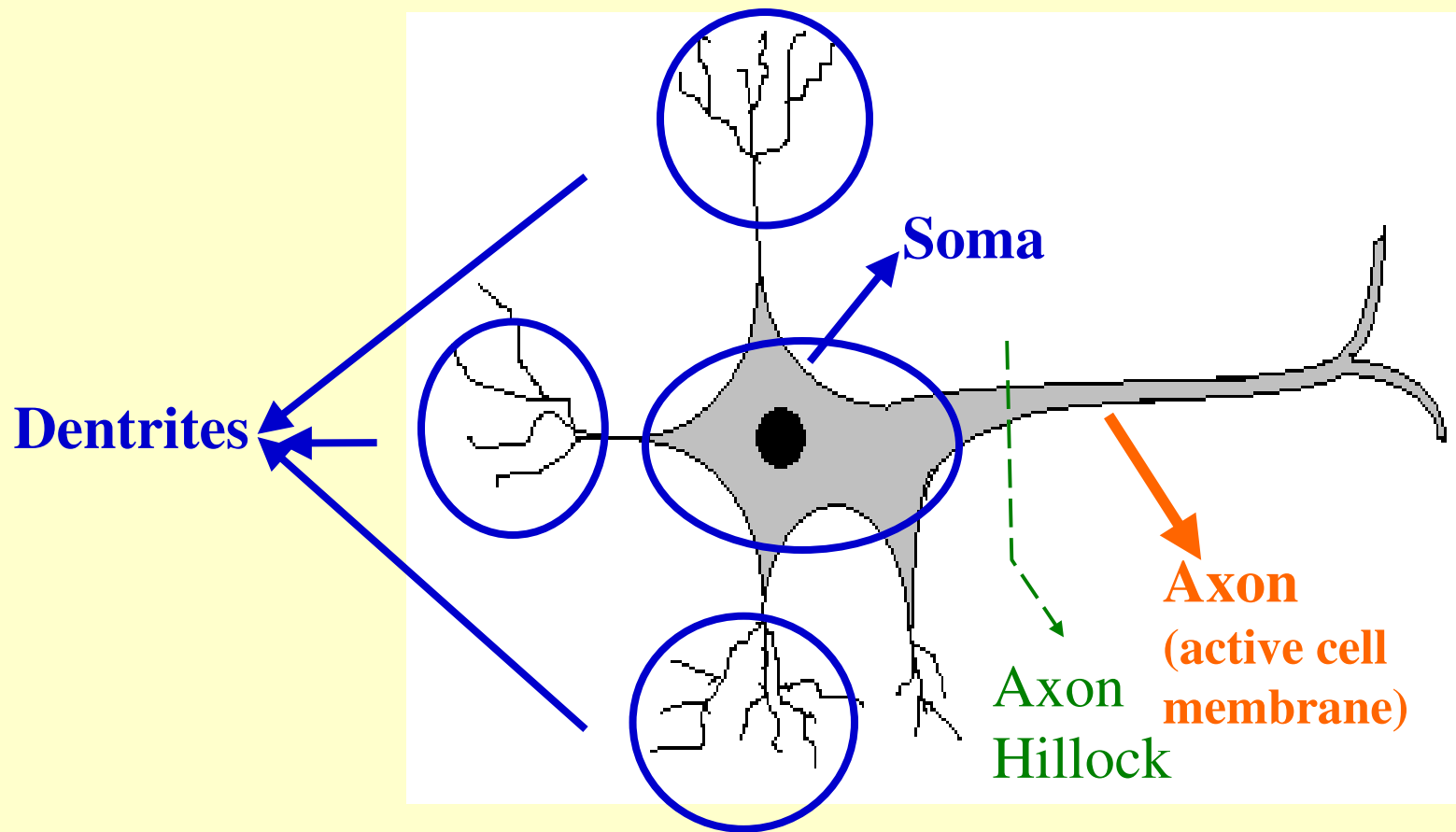
**Entrada - Conexões Sinápticas**

**Informação - Impulsos Nervosos**

- **Impulso Nervoso: depolarização da membrana celular**

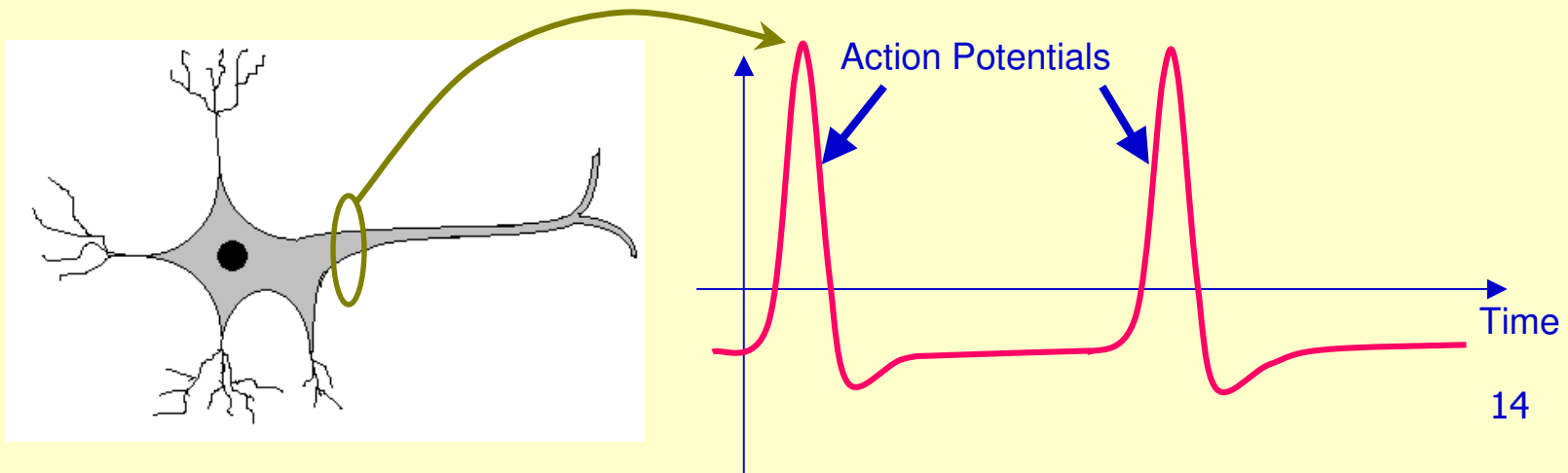


# The biological neuron



# The biological neuron

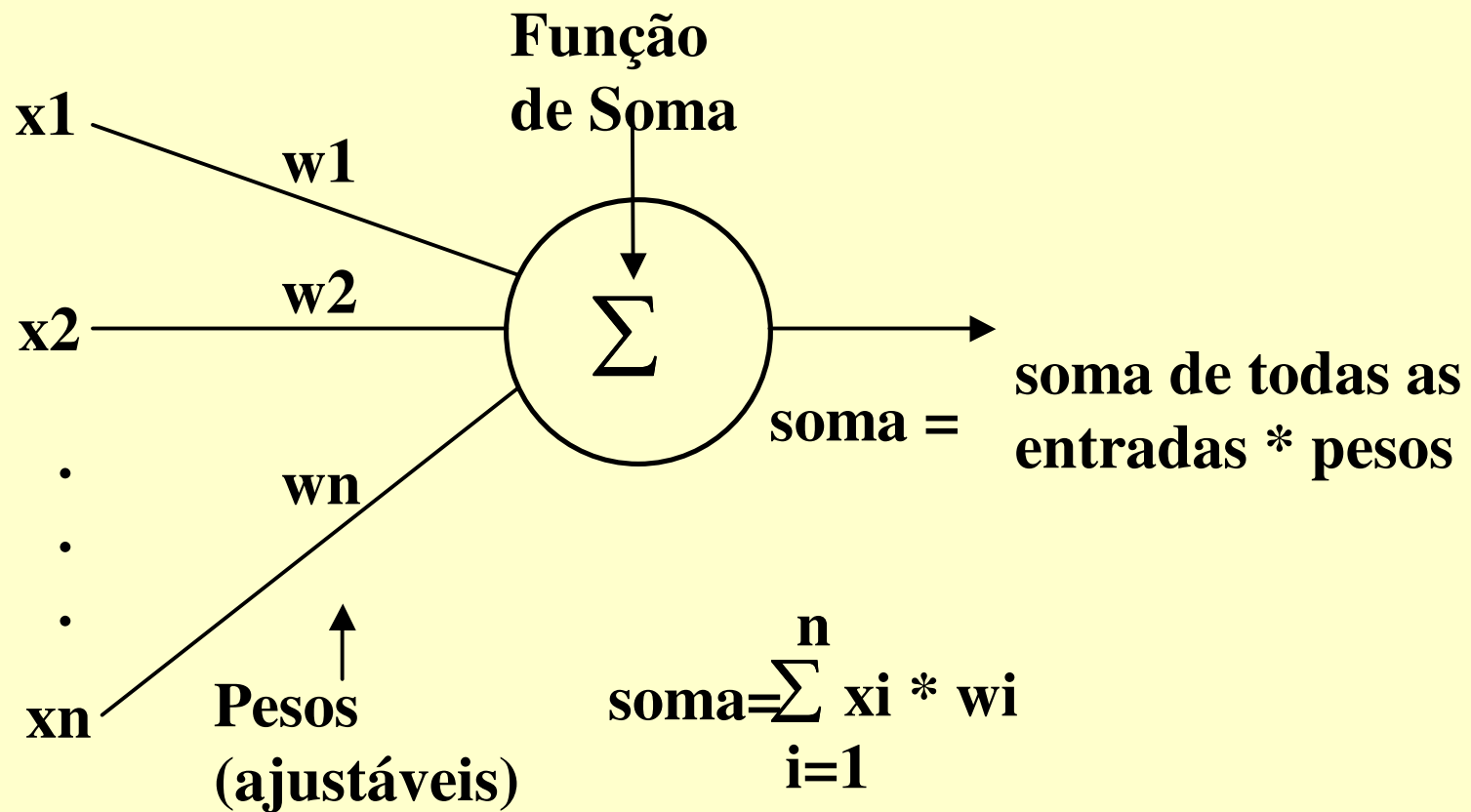
*... Information is represented in electrical pulses generated by the nervous cell, named action potentials*



# Understanding features and role of the Action Potentials

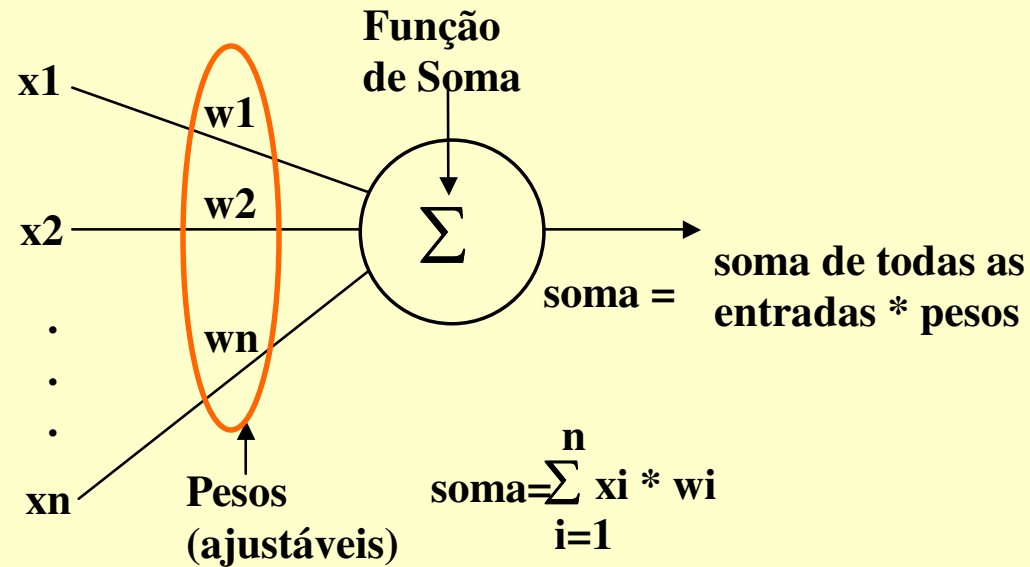
- **Membrane potential at rest: approximately – 50 miliVolts**
- **Depolarization as a result of stimulation**
- **Once a threshold of depolarization is reached ... a pulse with characteristic dynamics is produced**
- **Amplitude and shape “does not code”**
- **Frequency of pulses “codes” (we have non repeatability of timing of spiking)**

# Adaline: Passos Iniciais ... um Modelo Linear





# Adaline como Previsor Linear / Plasticidade sináptica



**Filtros adaptativos / previsores lineares**

$$x(n+1) = a.x(n) + b.x(n-1) + c.x(n-2) + \dots$$

**a, b, c ... São adaptados para otimizar a previsão  
Face a um conjunto de treinamento**

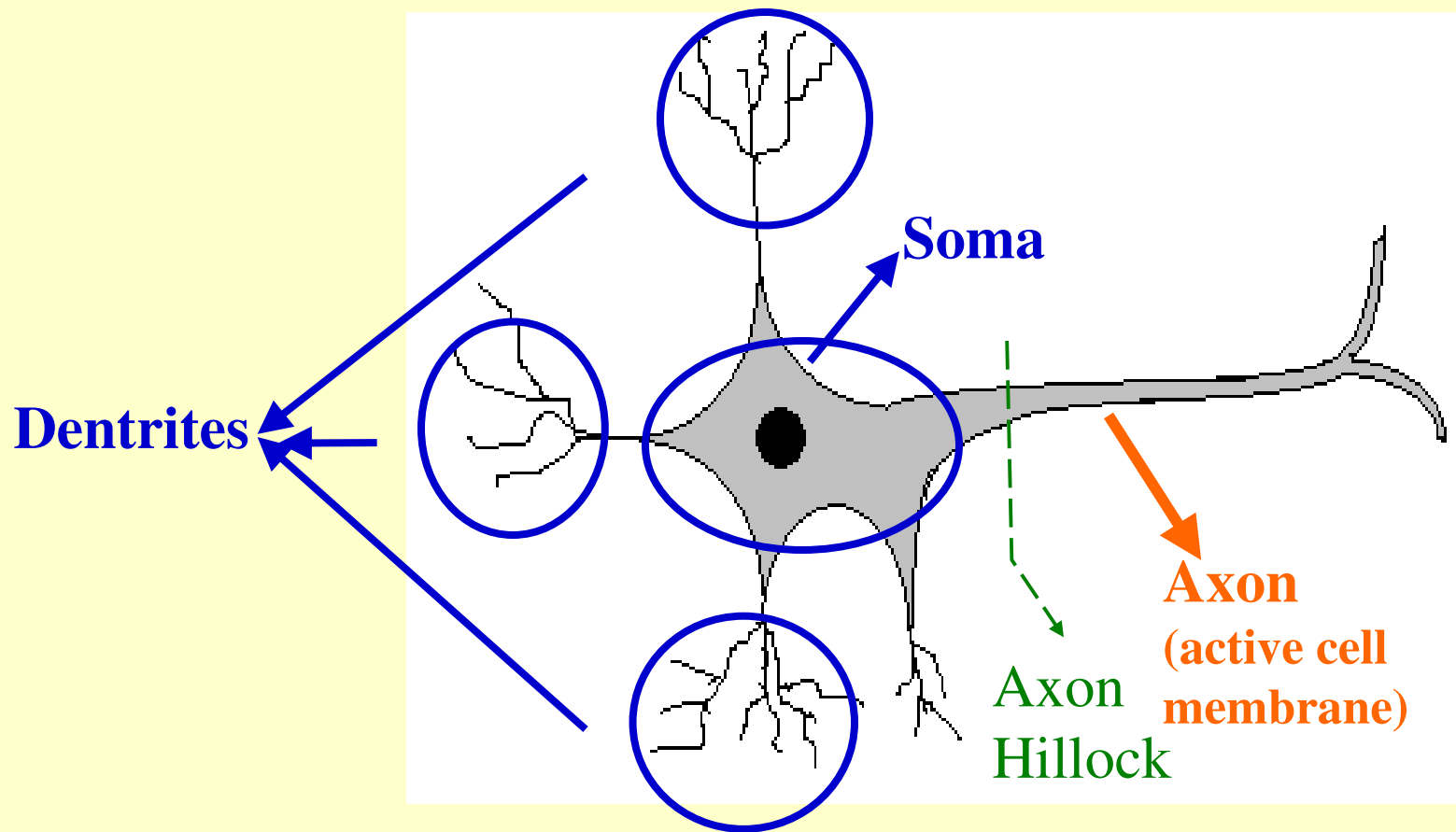
# Does Adaline model well the processes in biological neurons?

- It represents well the elements of signal processing from synapses to axon hillock ... Processes of combination of post synaptic currents is essentially linear
- It represents well the synaptic plasticity

# Does Adaline model well the processes in biological neurons?

- It does not represent well the mapping from stimulus to output in situations of very LOW LEVELS OF STIMULUS
- It does not represent well the mapping from stimulus to output in situations of very HIGH LEVELS OF STIMULUS

# The biological neuron



... Vendo com mais detalhe ... a relação entre estímulo e atividade na saída não é linear:

