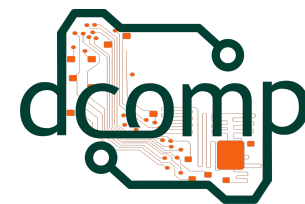




Universidade Federal do Espírito Santo  
Centro de Ciências Agrárias – CCENS UFES  
Departamento de Computação



# Modelo McCulloch e Pitts

## **Redes Neurais Artificiais**

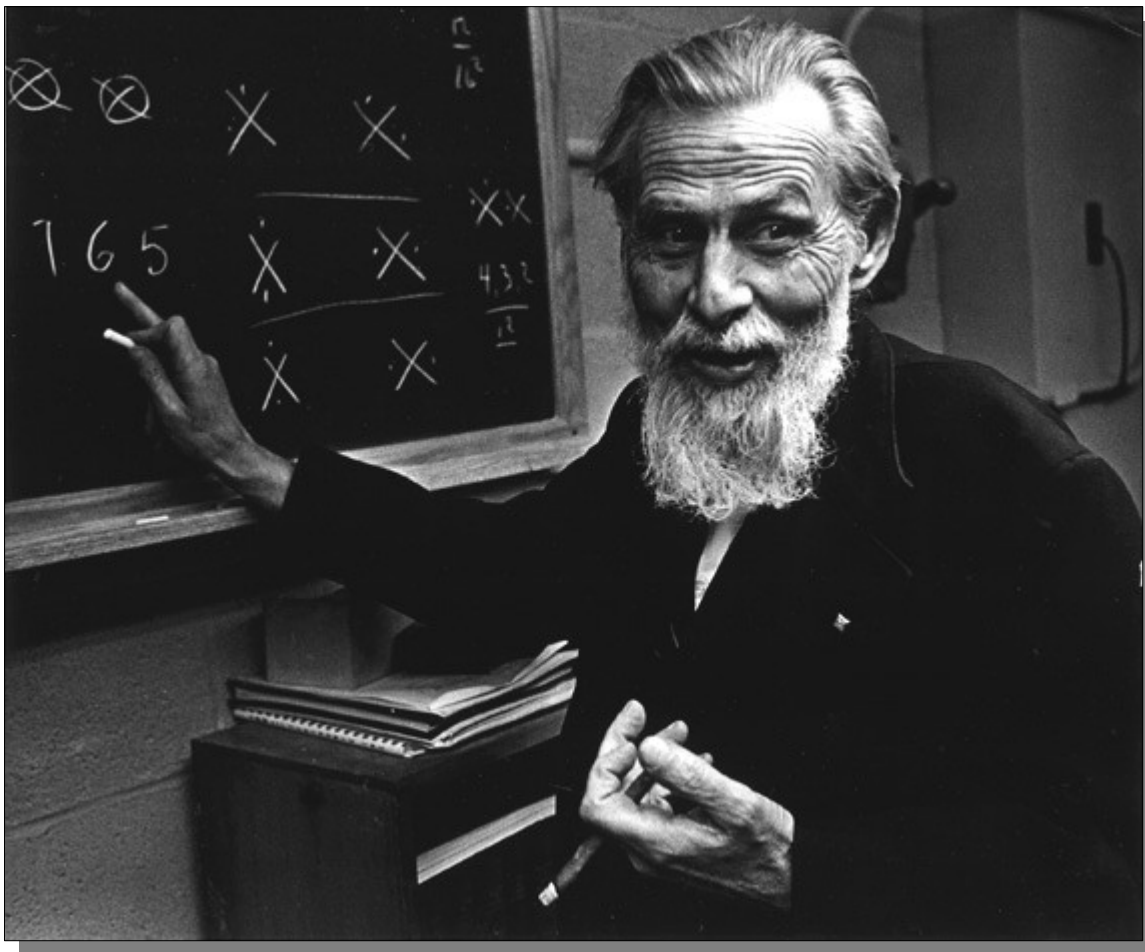
Site: <http://jeiks.net>

E-mail: [jacsonrcsilva@gmail.com](mailto:jacsonrcsilva@gmail.com)

# Modelo McCulloch e Pitts

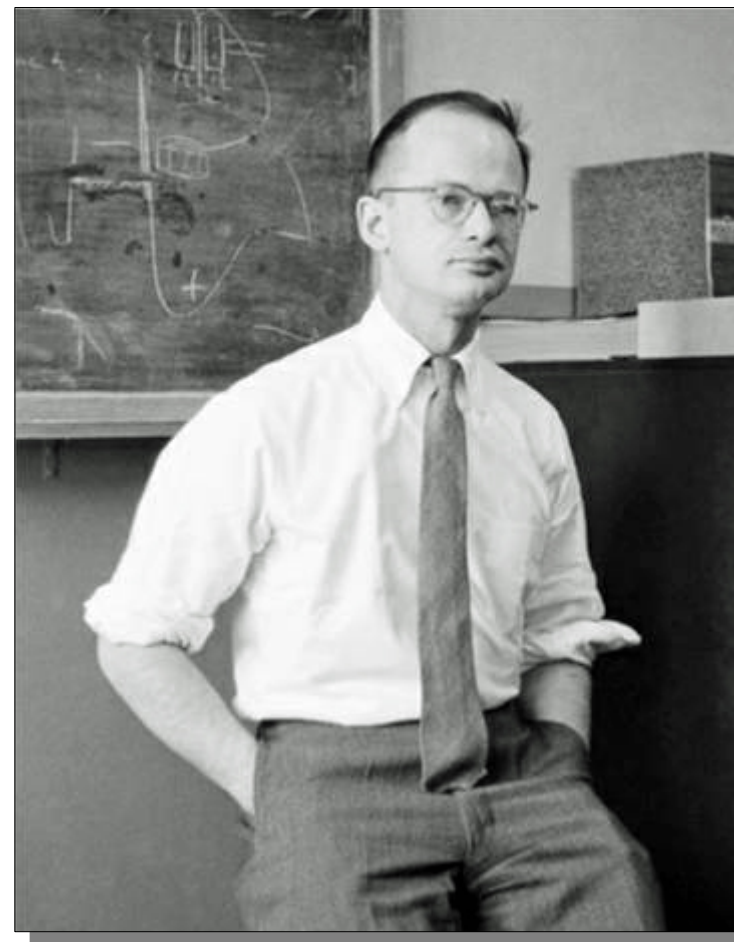
- Este modelo é uma simplificação do que se sabia na época sobre o neurônio biológico.
- Sua representação matemática resultou em um modelo com:
  - $N$  valores de entradas (referenciados com  $x_n$ );
  - Valores em suas arestas, representando sinapses (pesos, referenciados com  $W_N$ );
  - Apenas 1 (um) valor de saída (referenciado com  $y$ ).
- Os pesos são multiplicados às entradas:  $x_i w_i$ .
- Os pesos determinam em que nível o neurônio deve considerar os sinais de disparo.
- O neurônio de McCulloch e Pitts:
  - Soma o produto das entradas pelos pesos:  $\sum x_i w_i$ .
  - \* Se esse valor ultrapassar um limiar, ele produz o disparo 1 (um);
  - \* Senão, ele produz o disparo 0 (zero).

# McCulloch – Pitts



**McCulloch:**  
**Psiquiatra e Neuroanatomista**

**Pitts:**  
**Matemático**



# Modelo McCulloch e Pitts

- Este modelo se baseia em cinco hipóteses:

1. A atividade de um neurônio é **binária**.

O neurônio dispara (atividade = 1), ou não dispara (atividade = 0);

2. A rede neural é constituída por linhas direcionadas, sem pesos, ligando os neurônios.

Essas linhas (inspiradas nas sinapses) podem ser **excitatórias** ou **inibitórias** (positivas ou negativas);

3. Cada neurônio tem um **limiar fixo**  $L$ .

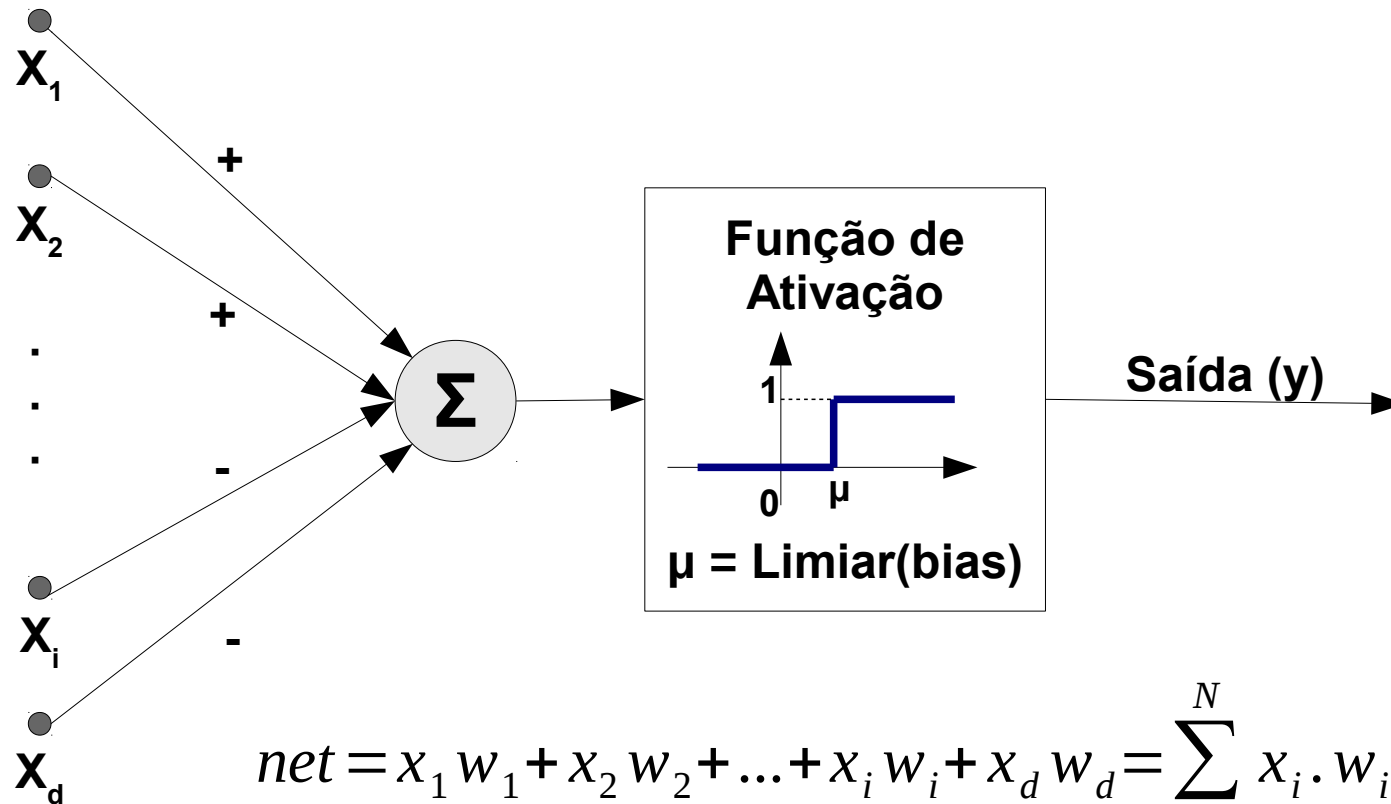
Assim, ele só dispara se a entrada total chegando a ele, num dado instante, for maior ou igual a  $L$ ;

4. A chegada de **uma única sinapse inibitória** num dado instante **evita** absolutamente o **disparo** do neurônio.

Isso é independente ao número de sinapses excitatórias que estejam chegando conjuntamente com a sinapse inibitória;

5. Um **sinal** leva **uma unidade** de tempo para passar de um neurônio da rede para outro. Isto procura reproduzir o atraso sináptico.

# Modelo McCulloch e Pitts



$$net = x_1 w_1 + x_2 w_2 + \dots + x_i w_i + x_d w_d = \sum_{i=1}^N x_i \cdot w_i = W \cdot X = W^T X$$

onde  $w = \{+1, -1\}$

saída =  $y = f(net)$

$$f(net) = \begin{cases} 1, & \text{se } net \geq \mu \\ 0, & \text{se } net < \mu \end{cases}$$

# Modelo McCulloch e Pitts

- A função calculada  $y$  é uma função discriminativa (classificação) com  $y=0$  e  $y=1$ .
- Fronteira de Decisão:
  - Determina o ponto que separa os dados que vem de  $-\infty$  à  $+\infty$ ;
  - Argumento de  $f(\text{net})$  é igual a zero:

$$\sum w_i x_i - \mu = 0 \Rightarrow w \cdot x = 0$$