

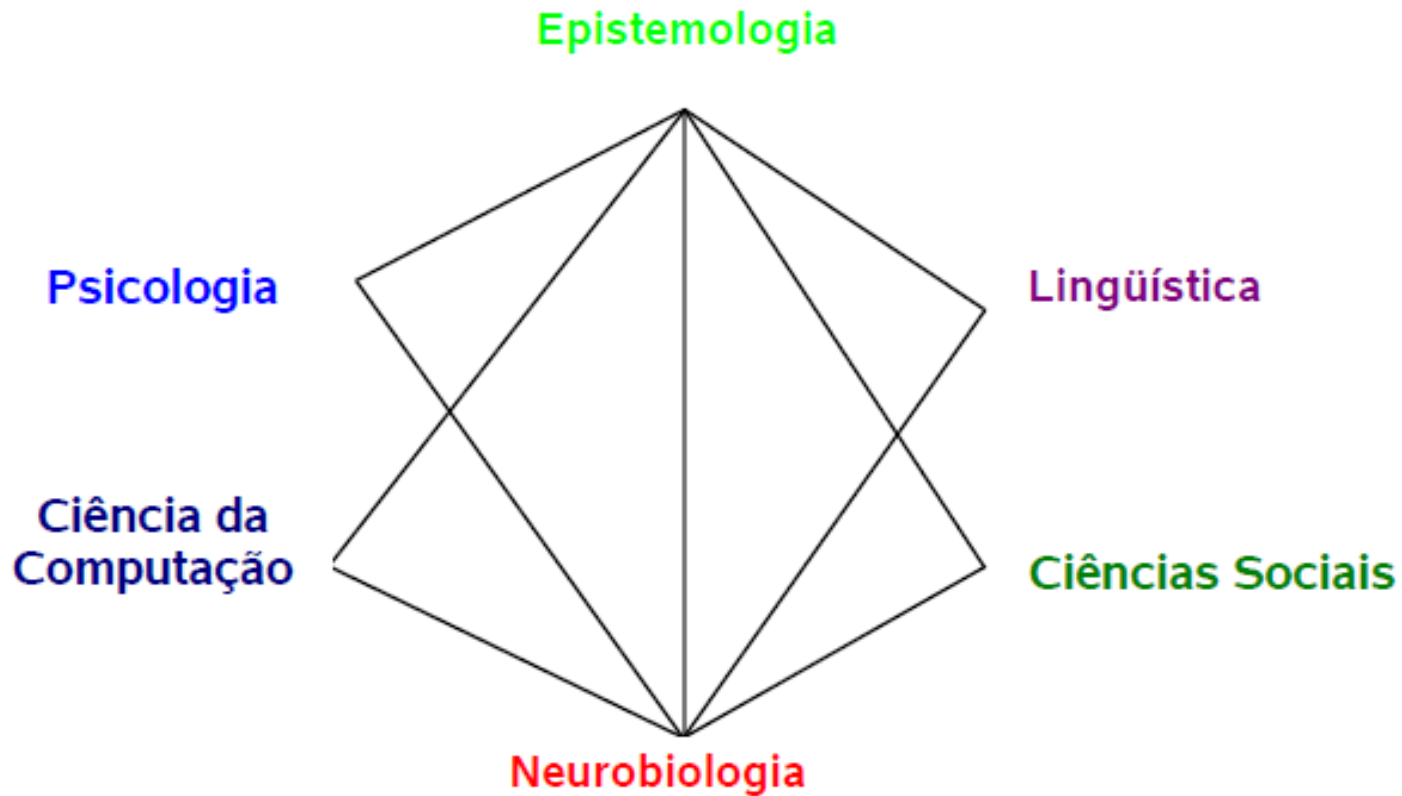


**PRINCÍPIOS DE  
NEUROCOMPUTAÇÃO**

# Neurocomputação

- Funcionamento do cérebro humano e os neurônios
- Formação das conexões e como se concebe teoricamente a aquisição do conhecimento, formalizando-os em procedimentos matemáticos.

# Ciências Cognitivas





# Utilidade

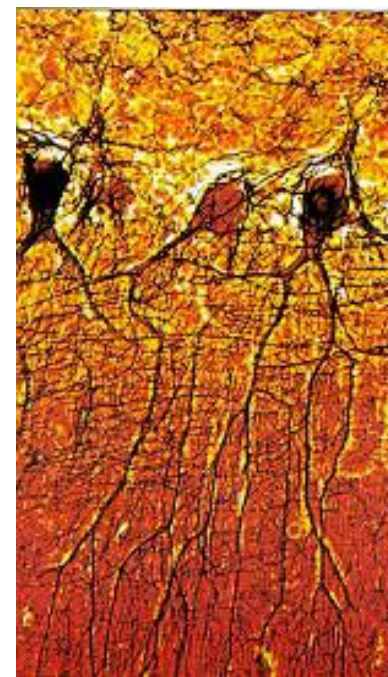
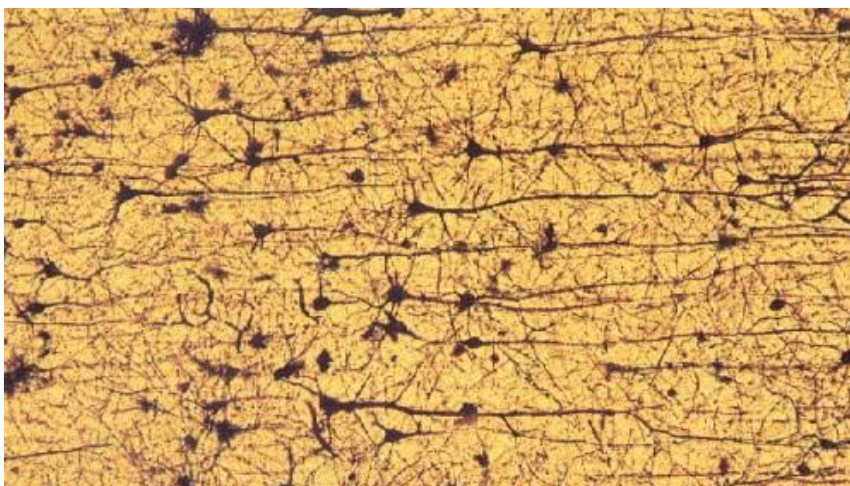
- Teriam maior capacidade de aprender tarefas de alto nível cognitivo que não são facilmente manipuladas por máquinas atuais
- Seriam úteis onde a presença humana é perigosa, tediosa ou impossível, como em:
  - reatores nucleares
  - combate ao fogo
  - operações militares
  - exploração ao espaço...

# O Cérebro Humano

- Mais fascinante processador baseado em carbono
- O neurônio é uma célula no cérebro cuja principal função é coletar, processar e disseminar sinais elétricos
- Responsáveis por todos os movimentos do organismo através das sinapses

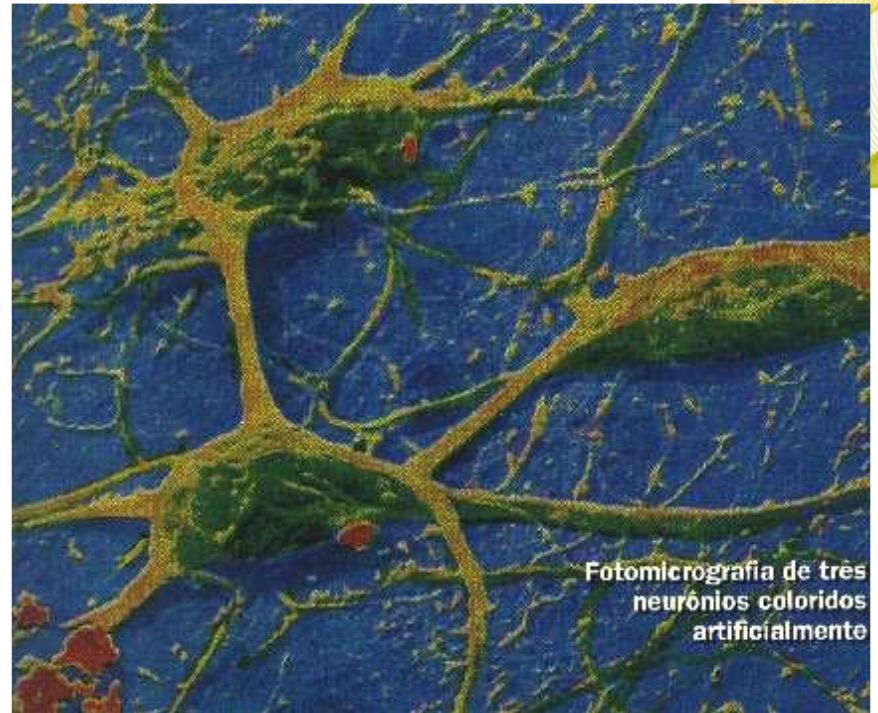
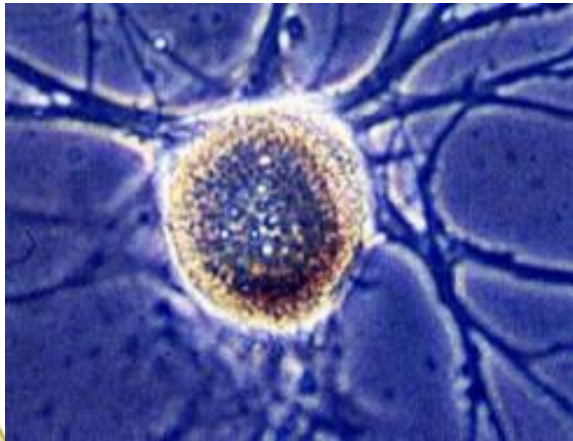
# Redes Neurais Naturais

- 10 bilhões neurônios
- 10 mil sinapses por neurônio
- Cada sinapse = 1 bit
- $10^{10} \times 10^4 = 10^{14}$  (100 trilhões de bits)
- 11,37Tb de memória



# Os Neurônios

- Tem papel essencial na determinação do funcionamento e comportamento do corpo humano e do raciocínio



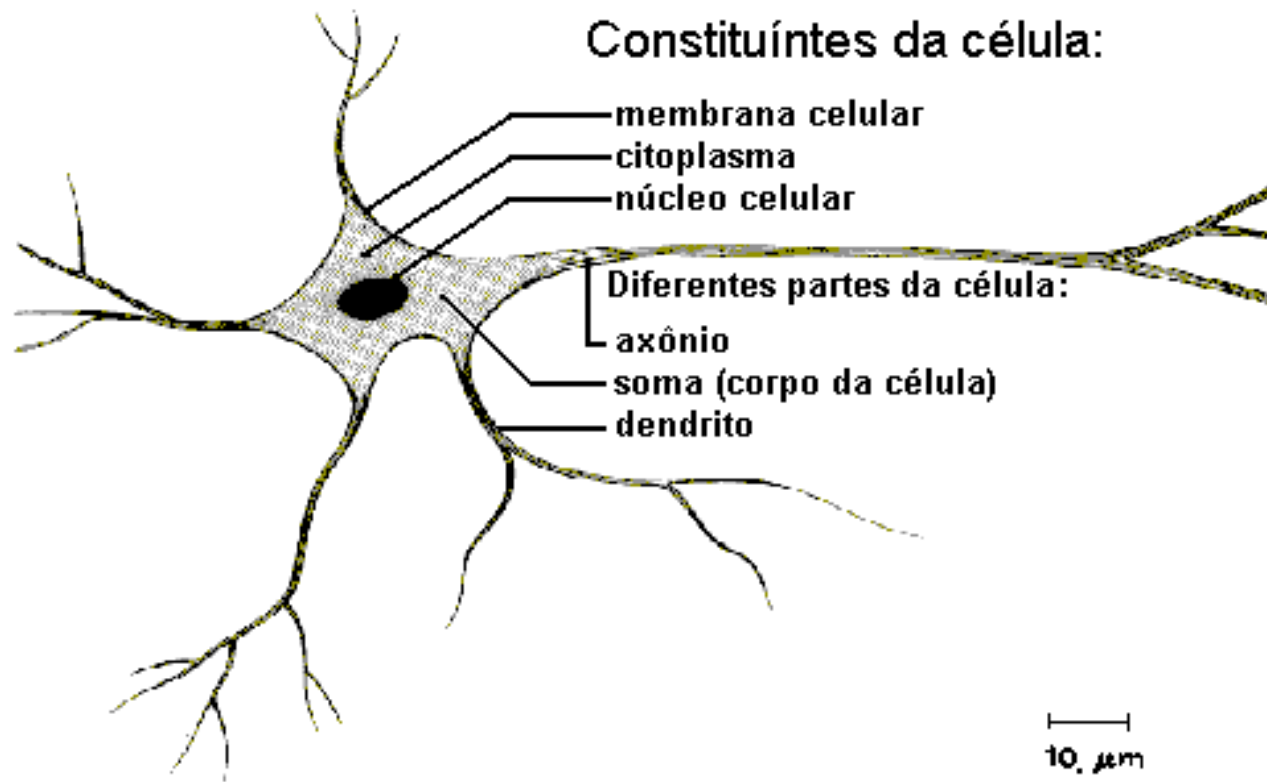


# O Neurônio Natural

- Formados pelos **dendritos**, que são um conjunto de terminais de entrada que recebem estímulos
- Pelo corpo central (**soma**) que coleta, combina e processa informações
- Pelos **axônios** que são longos terminais de saída que transmitem os estímulos
- Neurônios se comunicam através de **sinapses**

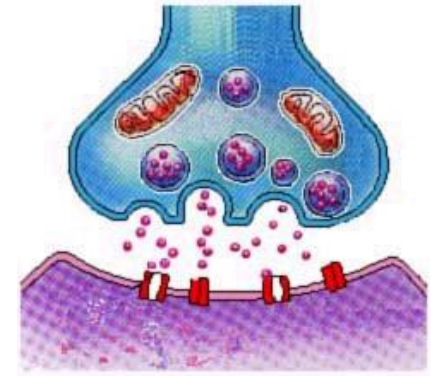


# O Neurônio Natural



# Sinapses

- É o contato entre dois neurônios através do qual os impulsos nervosos são transmitidos entre eles
- Os impulsos recebidos por um neurônio são processados e, atingindo um limiar de ação, dispara, produzindo uma substância neurotransmissora que flui para o axônio, que pode estar conectado a um dendrito de outro neurônio



# Cérebro x CPU

- Constatação que o cérebro processa informações de forma diferente dos computadores convencionais
- Cérebro
  - Velocidade 1 milhão de vezes mais lenta
  - Processamento altamente paralelo
- Computador
  - Processamento extremamente rápido e preciso na execução de sequência de instruções



# Cérebro x CPU

- Neurônio: 2ms x Processador: 2ns
- Processador é  $10^6$  mais rápido
- Cérebro reage a um estímulo entre 0,2 e 1s
- O cérebro tem 10 bilhões de neurônios
- Cada neurônio tem 1000 a 10000 conexões
- Cada pessoa pode dedicar 100000 conexões para armazenar cada segundo de vida
  - 65 anos  $\Rightarrow$  2.000.000.000 de segundos
- Durante os 2 primeiros anos de vida, 1.000.000 de sinapses são formadas por segundo

# Cérebro x CPU

Parâmetro	Cérebro	Computador
Material	Orgânico	Metal e plástico
Velocidade	Milisegundos	Nanosegundos
Tipo de Processamento	Paralelo	Sequencial
Armazenamento	Adaptativo	Estático
Controle de Processos	Distribuído	Centralizado
Número de elementos processados	$10^{11}$ á $10^{14}$	$10^5$ à $10^6$
Ligações entre elementos processados	10.000	< 10




# Computadores x RNA

COMPUTADORES	NEUROCOMPUTADORES
Executa programas	Aprende
Executa operações lógicas	Executa operações não lógicas, transformações, comparações
Depende do modelo ou do programador	Descobre as relações ou regras dos dados e exemplos
Testa uma hipótese por vez	Testa todas as possibilidades em paralelo

# Computadores x RNA



- Redes Neurais Artificiais (RNA) são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência
  - Método de solucionar problemas de IA, que utiliza um sistema que possui circuitos que simulam o cérebro humano, inclusive seu comportamento, ou seja, aprendendo, errando e fazendo descobertas
  - Uma grande RNA pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento
- 



# Redes Neurais Artificiais

- São sistemas inspirados nos neurônios biológicos e na estrutura massivamente paralela do cérebro, com capacidade de adquirir, armazenar e utilizar conhecimento experimental
- Devido à similaridade com a estrutura do cérebro, as Redes Neurais Artificiais exibem características similares aos humanos



# Características Humanas

- **Procura Paralela e Endereçamento pelo Conteúdo**
  - O cérebro não possui endereço de memória e não procura a informação sequencialmente
- **Aprendizado**
  - A rede aprende por experiência, não necessitando explicitar os algoritmos para executar uma determinada tarefa


# Características Humanas



- **Associação**

- A rede é capaz de fazer associações entre padrões diferentes. Ex.
- Pessoa → Nome
- Perfume → Pessoa

- **Generalização**

- São capazes de generalizar o seu conhecimento a partir de exemplos anteriores
- 


# Características Humanas



- **Abstração**

- Capacidade de abstrair a essência de um conjunto de entradas, isto é, a partir de padrões ruidosos, extrair a informação do padrão sem ruído

- **Robustez e Degradação Gradual**

- A perda de um conjunto de elementos processadores não causa o mal funcionamento da rede neural
- 



# O que as RNN's não são

- **RNN's não são circuitos digitais**
  - O modelo MCP (Neurônio Booleano de McCullochPitts) usava sinais binários, o neurônio biológico expressa sua ativação pela frequência que emite pulsos e esta frequência tem uma variação contínua entre dois valores positivos
- **RNN's não podem ter excitação negativa**
  - Alguns modelos usam valores de excitação negativa



# O que as RNN's não são

- **RNN's não são homogêneas**
  - As RNN's não possuem todos os seus neurônios do mesmo tipo como nas RNA's
  - Apenas em algumas regiões existem uma certa uniformidade nos tipos de neurônios
- **Não são circuitos síncronos ou assíncronos**
  - As RNN's são sistemas de tempo contínuo, logo não cabe a classificação de síncrono ou assíncrono

# O que as RNN's não são

- **Nem neurônios nem sinapses tem dois valores**
- **Circuitos cerebrais não são capazes de cálculos recursivos**
  - Isto é consequência dos neurônios não serem sistemas discretos, levando a rede a não ser um autômato
  - Logo, a equivalência com problemas solúveis por funções recursivas não tem sentido biológico
  - Entretanto, os neurônios artificiais são capazes de resolver funções recursivas