



2ª série

Inteligência Artificial

Redes Neurais Artificiais: Arquitetura, Funcionamento e Aplicações

Rildo Oliveira



09/05/2024

OBJETO DO CONHECIMENTO:

Redes Neurais Artificiais: Arquitetura, Funcionamento e Aplicações

HABILIDADE:

PCRPO3 - Identificar, entender e explicar em que situações o computador pode ou não ser utilizado para solucionar um problema.

EF05HI06 - Comparar o uso de diferentes linguagens e tecnologias no processo de comunicação e avaliar os significados sociais, políticos e culturais atribuídos a elas.

OBJETIVOS:

- Compreender os conceitos básicos das redes neurais artificiais (ANNs), incluindo neurônios, camadas e arquiteturas populares;

DA TEORIA À PRÁTICA: Uso de imagens, texto e conceitos para um melhor entendimento do tema abordado.

Introdução às Redes Neurais

As redes neurais, uma tecnologia inspirada no funcionamento do cérebro humano, desempenham um papel fundamental na transformação da interação com uma variedade de sistemas. Essas redes são essenciais na resolução de problemas, na realização de previsões e na influência sobre processos de tomada de decisões. É muito provável que você já tenha utilizado redes neurais em algum momento de sua vida cotidiana!

Definição das Redes Neurais

As redes neurais são um subconjunto do campo de aprendizado de máquina (ou Machine Learning) que abriga algoritmos capazes de executar tarefas específicas, como automação industrial, por exemplo. Conhecidas também como redes neurais artificiais (ANNs), essas tecnologias, embora sejam conceitos tecnológicos, têm suas bases de inspiração diretamente relacionadas ao cérebro humano e ao modelo de sinapses neurais para estabelecer conexões.

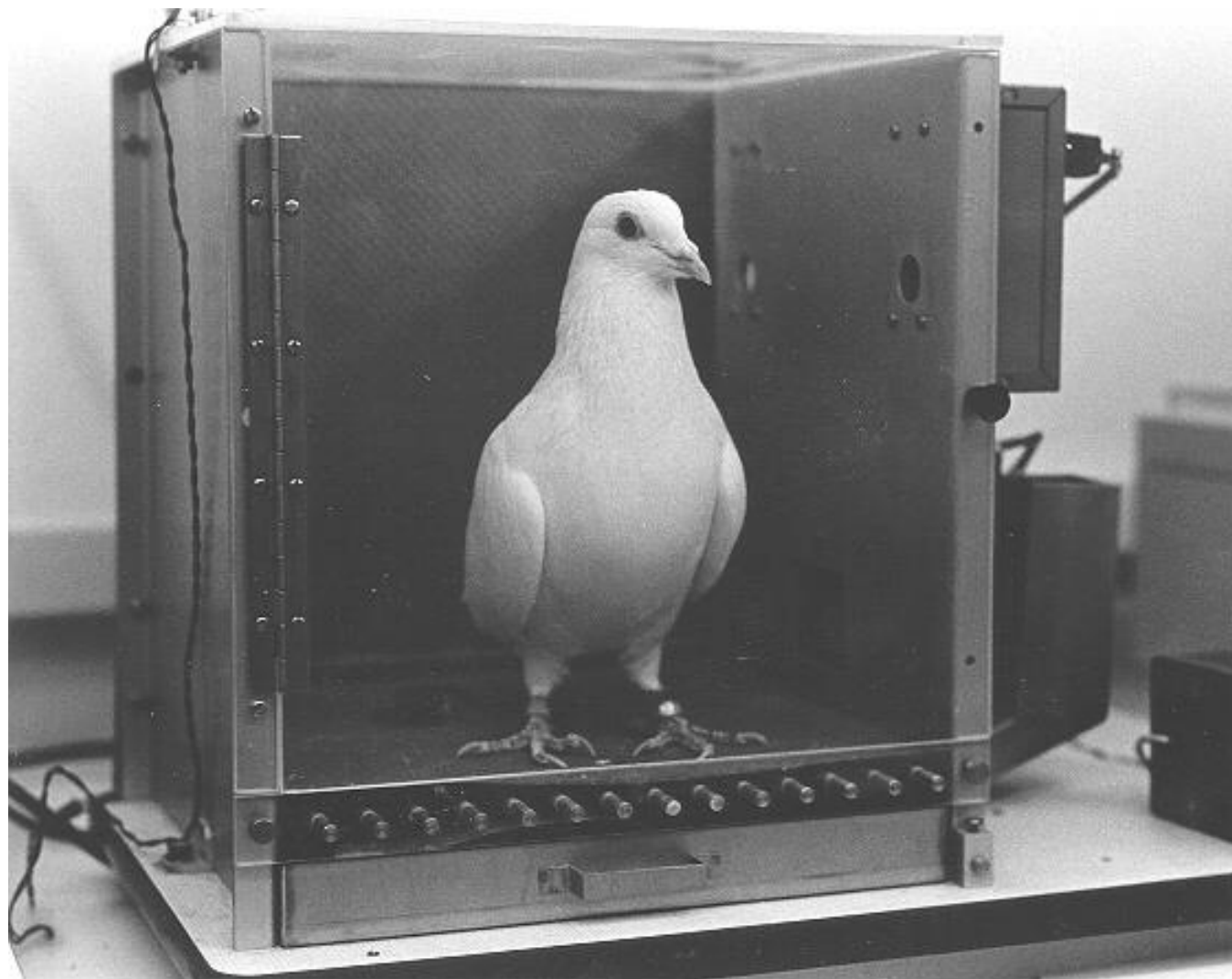
História e Evolução das Redes Neurais

O marco inicial na história das redes neurais remonta a 1943, quando Warren McCulloch e Walter Pitts apresentaram o primeiro modelo, baseado em circuitos elétricos, inspirado no funcionamento dos neurônios. Essa ideia pioneira deu origem a redes neurais mais complexas, com múltiplas camadas, viabilizadas pelo advento do Deep Learning ou Aprendizagem Profunda, que facilita o processamento de grandes volumes de dados.

Redes Neurais biológicas

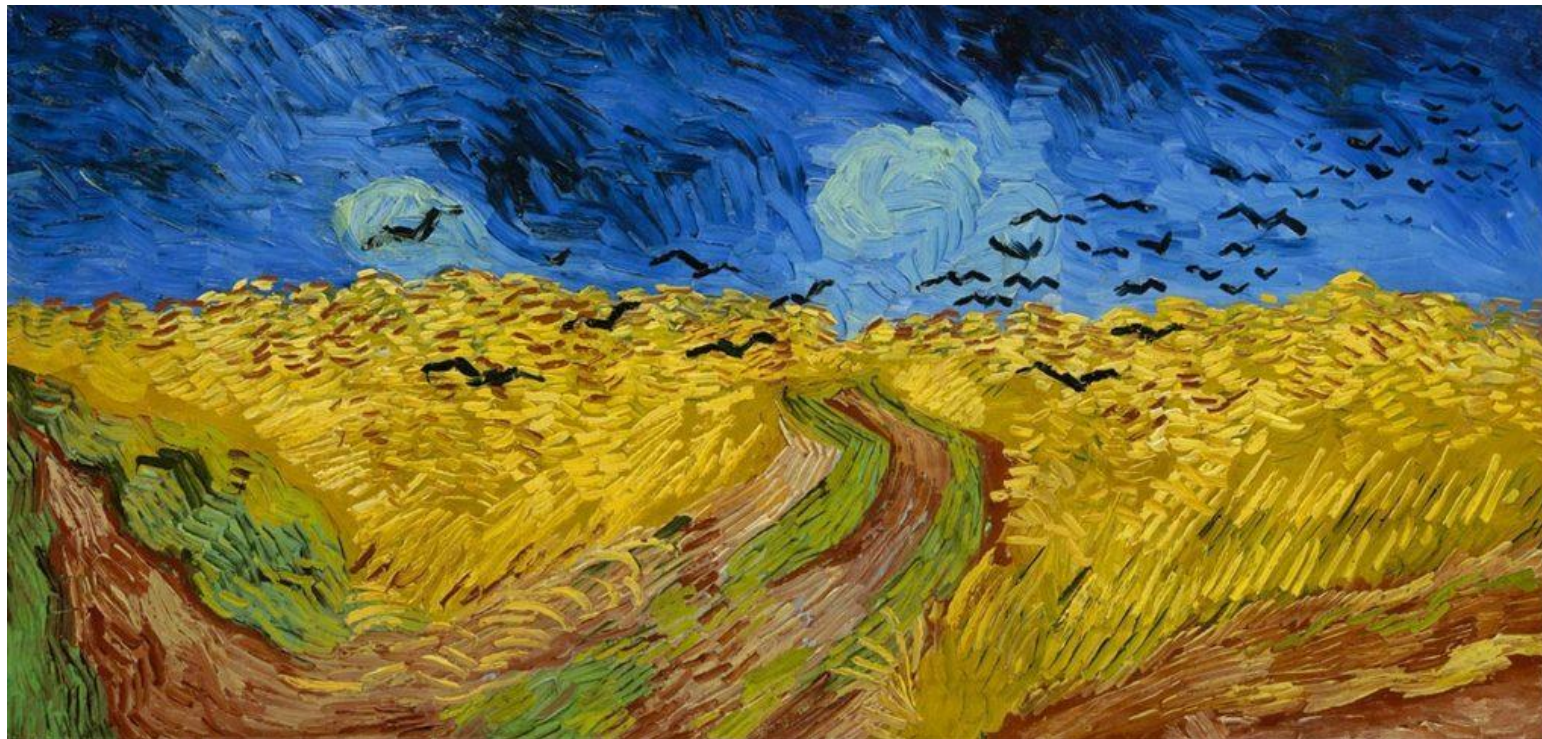
Pombos como especialistas em arte (Watanabe *et al.* 1995)

- Experimento:
 - Pombos em uma caixa de Skinner
 - São apresentadas pinturas de dois diferentes artistas (e.g. Chagall / Van Gogh)
 - Pombos recebem uma recompensa quando apresentados a um particular artista (p. e. Van Gogh)





"O soldado bebe", obra de Marc Chagall

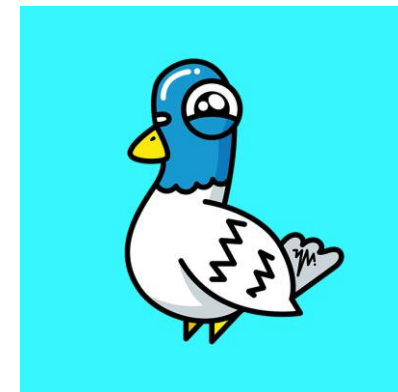


Campo de Trigo com Corvos - Van Gogh

Redes Neurais biológicas

Pombos foram capazes de discriminar entre Van Gogh e Chagall com acurácia de 95% (quando foram apresentados a pinturas com as quais haviam sido treinados)

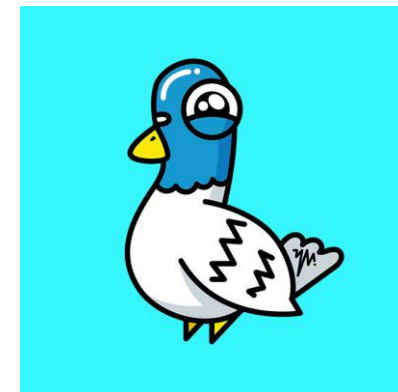
Para pinturas dos mesmos artistas que ainda não haviam sido vistas pelos pombos a discriminação ficou em 85%



Redes Neurais biológicas

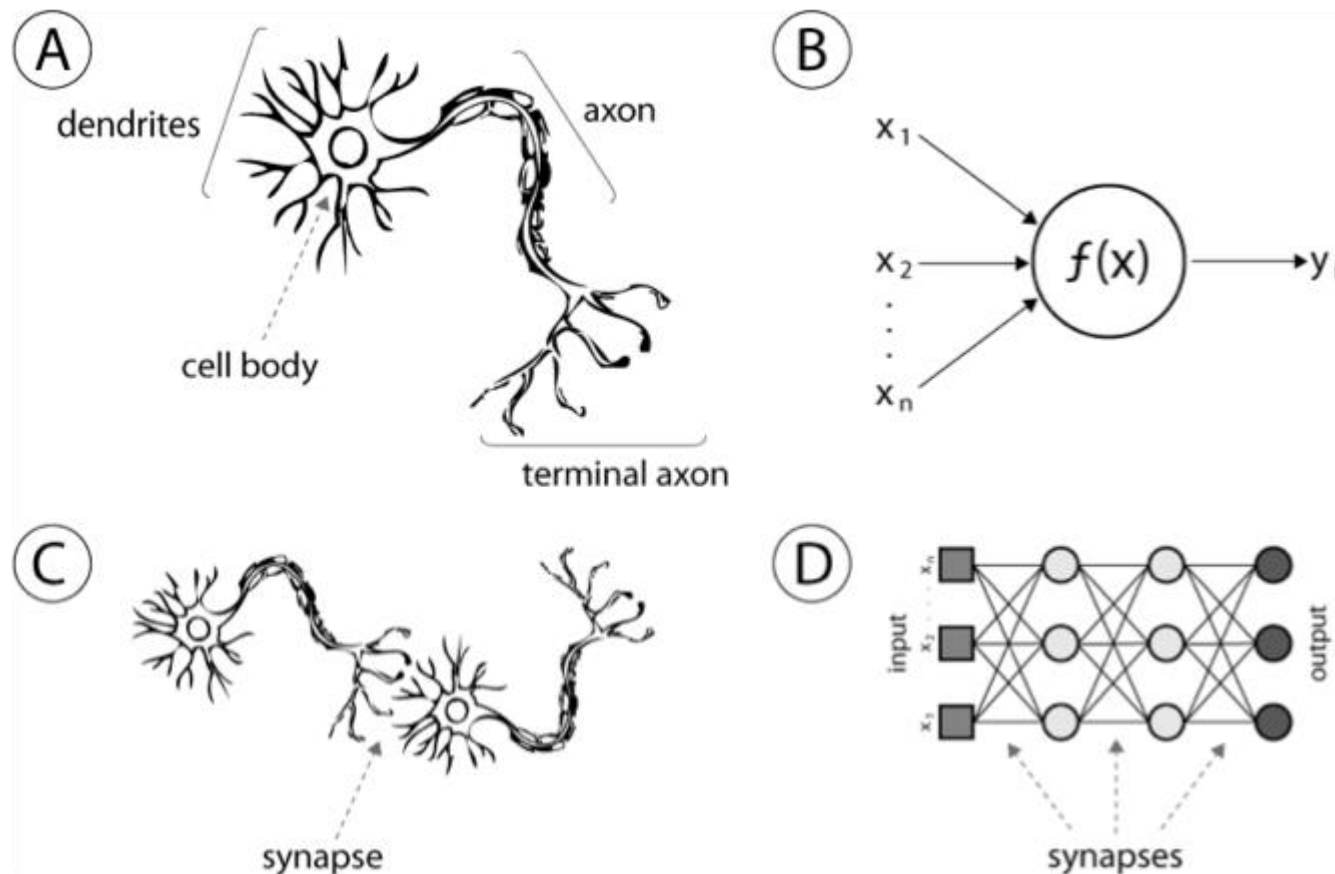
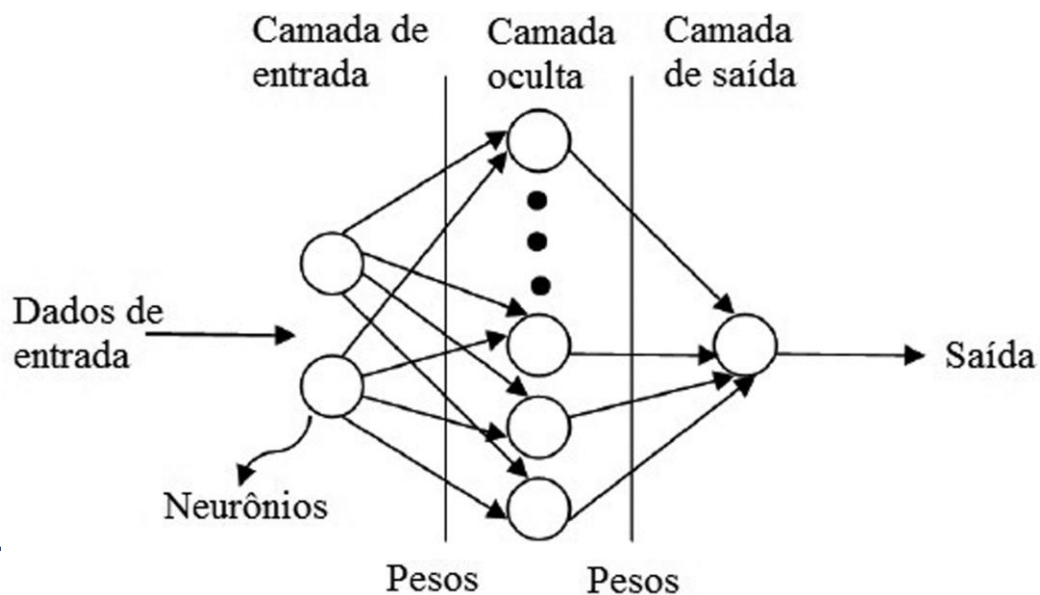
Pombos não memorizam simplesmente as pinturas;
Eles podem extrair e reconhecer padrões (o 'estilo');
Eles generalizam a partir do que já viram para fazer previsões;

Nisto é que as Redes Neurais (biológicas ou artificiais) são boas (ao contrário dos computadores convencionais).



Definição

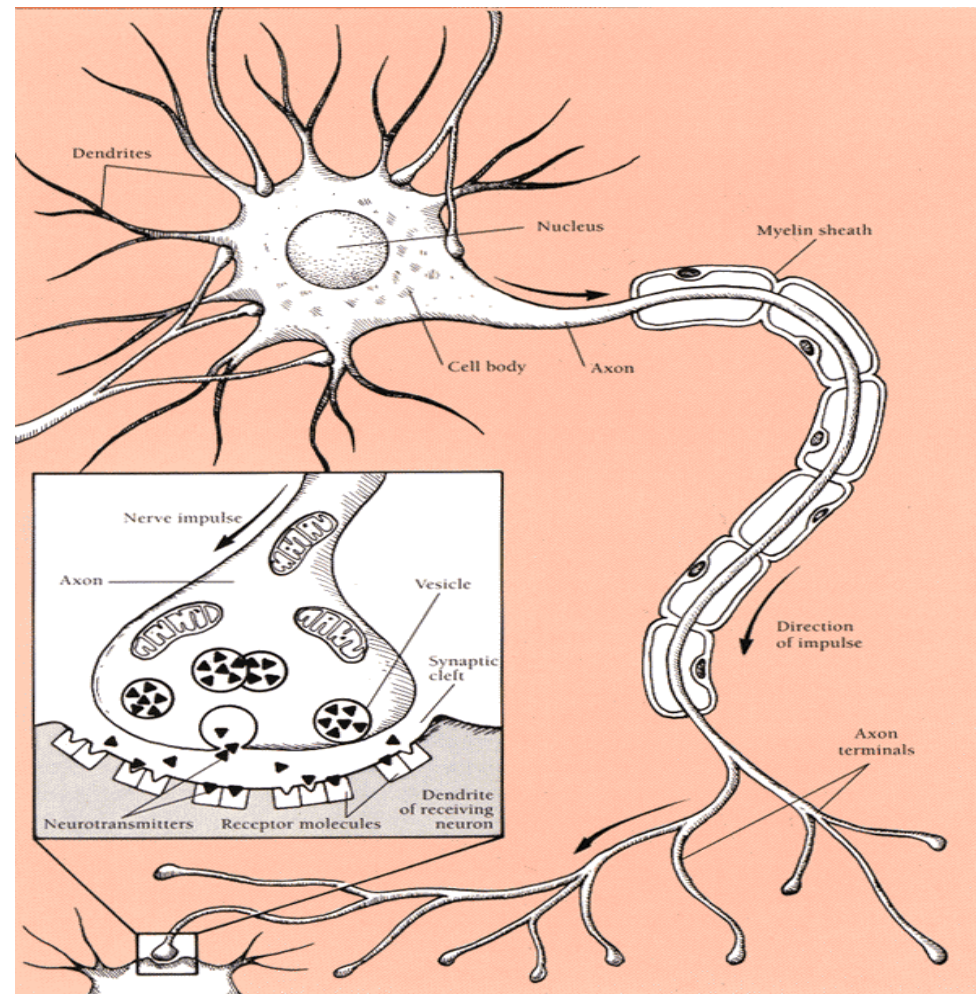
Uma rede neural artificial é uma construção matemática simplificada inspirada no modelo biológico do sistema nervoso dos animais.



Neurônios

O principal componente do sistema nervoso dos animais é uma célula denominada neurônio, que funciona como um elemento de processamento ou processador

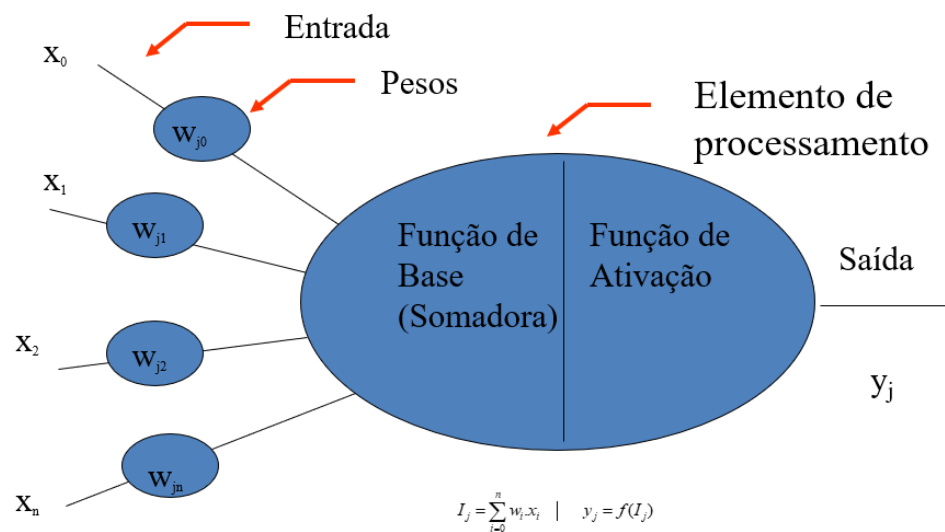
Seu aspecto esquemático é mostrado na figura que se segue



Neurônios artificiais

Elemento de processamento (EP) ou unidade de processamento ou neurônio artificial é composto de uma função de entrada ou função somadora e de uma função de saída.

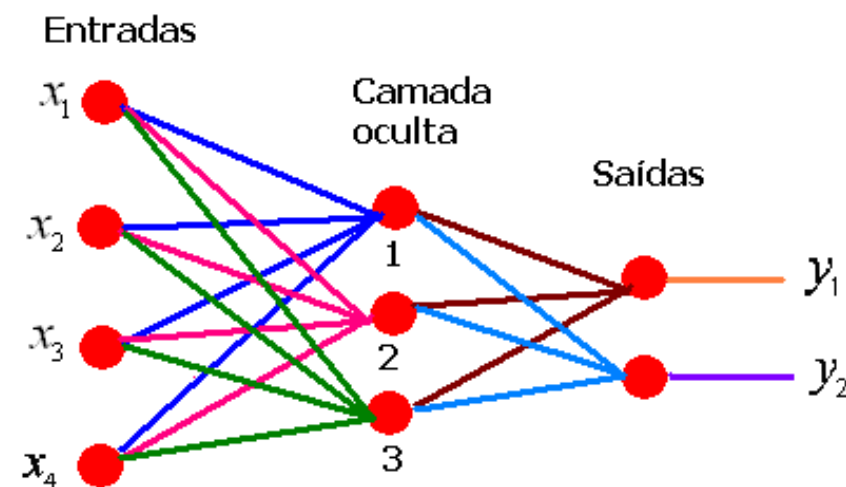
Cada elemento de processamento pode receber um ou mais dados de entrada sendo cada um deles proveniente do meio ambiente ou de outro neurônio.



Funcionamento das Redes Neurais

Elas possuem camadas distintas:

- **Camada de Entrada:** Recebe dados externos e os processa através dos "nós", encaminhando-os para a próxima camada.
- **Camada Oculta:** Utiliza entradas de outras camadas ocultas ou da própria camada de entrada, realizando análises mais detalhadas antes de enviar para a próxima camada.
- **Camada de Saída:** Fornece o resultado final processado pela rede neural, podendo incluir um ou mais "nós" de saída.



Importância das Redes Neurais

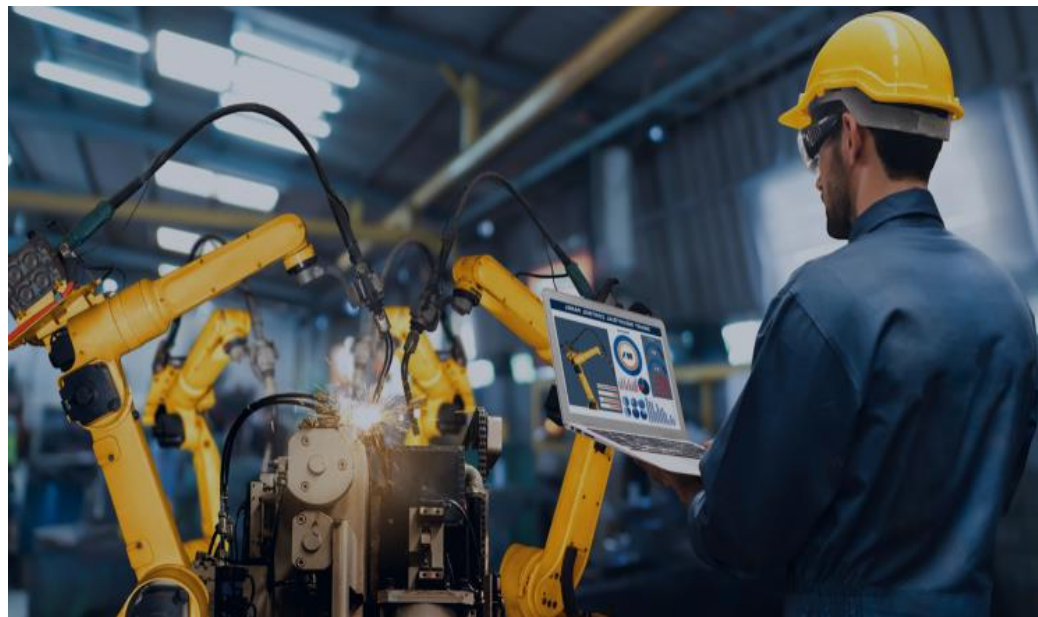
Elas têm a capacidade de:

Resolver Problemas Complexos: Podem ser treinadas para lidar com tarefas complexas, como análises médicas e de engenharia, fornecendo insights valiosos.

Detecção de Fraudes: São amplamente utilizadas na detecção de fraudes em sistemas de identificação biométrica, cartões de crédito e saúde, oferecendo uma vantagem considerável para organizações, especialmente no setor financeiro.

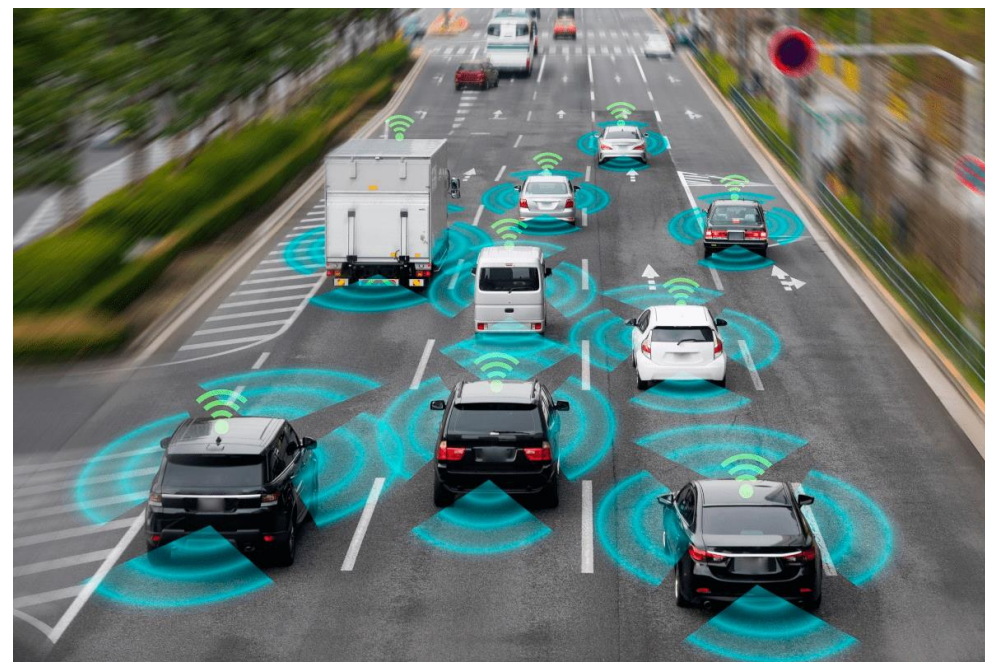
Aplicações Práticas das Redes Neurais

Atualmente, as redes neurais são amplamente utilizadas na indústria para inovação e automação de processos. Elas são capazes de imitar tarefas humanas com precisão, possibilitando o aprendizado contínuo dos computadores e o reconhecimento de padrões em diversas áreas.



Reconhecimento por Voz e Facial

Por exemplo, no reconhecimento por voz, elas auxiliam na triagem de atendimentos e transcrição de conversas clínicas, enquanto no reconhecimento facial, são aplicadas em sistemas de segurança e em carros autônomos para identificação de placas e obstáculos.



Impacto nos Setores Financeiro e de Serviços

No setor financeiro, as redes neurais são utilizadas para detectar fraudes e fornecer recomendações personalizadas aos clientes, enquanto no varejo e telecomunicações, impulsionam a operação de chatbots mais inteligentes e eficientes.




Análise de Dados

Além disso, as redes neurais desempenham um papel fundamental na análise de dados, permitindo a compilação, armazenamento e cruzamento de dados com velocidade e precisão excepcionais. Isso possibilita uma profunda capacidade analítica, facilitando a tomada de decisões mais assertivas em empresas de diversos segmentos.



Previsão de Fenômenos com Redes Neurais

As redes neurais têm sido amplamente utilizadas em diversas áreas da ciência para a previsão de fenômenos e diagnósticos preditivos. Na área da saúde, por exemplo, são empregadas no monitoramento da saúde de pacientes e na obtenção de diagnósticos preditivos. No setor de manufatura, as redes neurais automatizam a detecção de defeitos, antecipando necessidades energéticas.

Faixas de valores da glicemia em 2 horas (mg/dl)	Diabetes				Razão de Verossimilhança
	Presente		Ausente		
					
	N	Proporção	N	Proporção	
[160-200)	83	83/266 = 0,312	18	18/497 = 0,036	8,62
[120-160)	112	112/266 = 0,421	136	136/497 = 0,274	1,54
[80-120)	69	69/266 = 0,259	303	303/497 = 0,610	0,43
[40-80)	2	2/266 = 0,008	40	40/497 = 0,080	0,09
	266		497		

Classificação dos Tipos de Redes Neurais

Existem diferentes tipos de redes neurais, classificados de acordo com a forma como os dados percorrem os nós de entrada até os nós de saída. Destacam-se:

1. **Rede Neural Perceptron:** Criada por Frank Rosenblatt em 1958, é um classificador linear que consiste em apenas um neurônio. Possui uma única camada com limites e pesos ajustáveis entre as entradas e as saídas.
2. **Redes Neurais Feedforward:** Também conhecidas como perceptrons multicamadas (MLPs), possuem camadas de entrada, uma ou várias camadas ocultas e uma camada de saída. O processamento de informações ocorre em uma única direção, passando pelas entradas até os nós de saída, com todos os nós interconectados.

Classificação dos Tipos de Redes Neurais

3. Redes Neurais Convolucionais: Conhecidas como CNN ou RNC, são especialmente úteis no reconhecimento de imagens ou padrões. Possuem camadas ocultas capazes de detectar objetos, resumir e filtrar informações, utilizando convoluções para processar características como cores e bordas.

4. Redes Neurais Recorrentes: Utilizam algoritmos de aprendizado para lidar com padrões e realizar previsões de resultados futuros. Operam com informações sequenciais e loops de feedback, sendo aplicadas em reconhecimento de voz ou texto, bem como em previsões de mercado ou vendas.

Quando Utilizar uma Rede Neural?

As redes neurais já estão presentes em todos os setores produtivos da sociedade, desde a área de TI até a indústria, saúde, finanças e governos. Elas são capazes de aprender e continuamente melhorar com o treinamento, tornando-se eficientes para atividades simples e complexas em diversos segmentos.



Vantagens e Exemplos

Em **saúde**, auxiliam no acompanhamento da evolução de doenças e na previsão de reações adversas a medicamentos.

No **setor educacional**, geram textos coerentes sobre qualquer tema e ajudam a elaborar ambientes de aprendizado colaborativo.

Na **indústria**, otimizam cadeias produtivas, automatizam sistemas e monitoram a capacidade energética.

No **setor financeiro**, detectam fraudes e realizam análises de crédito.

No **governo**, fornecem suporte a Cidades Inteligentes e medidas de segurança.

Nas **telecomunicações e vendas**, atuam como chatbots e produzem análises de desempenho.

Treinamento de uma Rede Neural

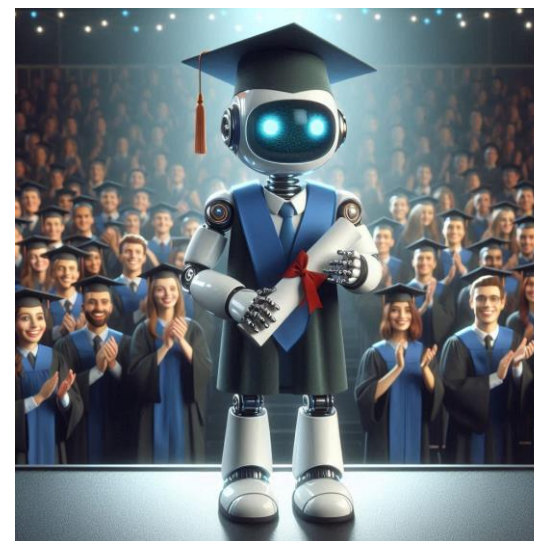
O treinamento de uma rede neural visa ensiná-la a executar uma determinada tarefa, permitindo que suas conexões assimilem o processo por meio da coleta e cruzamento de dados. Para isso, é necessário coletar uma grande quantidade de dados relevantes, apontar os recursos importantes e ajustar manualmente a precisão do software com base nos resultados dos testes.

Como uma Rede Neural Aprende?

Cada nó de uma rede neural opera de forma semelhante a um neurônio humano, transmitindo ativações e processando informações entre si. Diante de um problema complexo, a rede neural realiza cálculos para compreender se há informações suficientes para uma tomada de decisão, ajustando-se caso considere que o volume de dados é insuficiente.

Quando Parar o Treinamento de uma Rede Neural?

O treinamento de uma rede neural pode ser concluído quando todos os comportamentos e situações relevantes foram aprendidos e assimilados. No entanto, é importante realizar atualizações periódicas para ajustar a rede e minimizar erros conforme necessário.

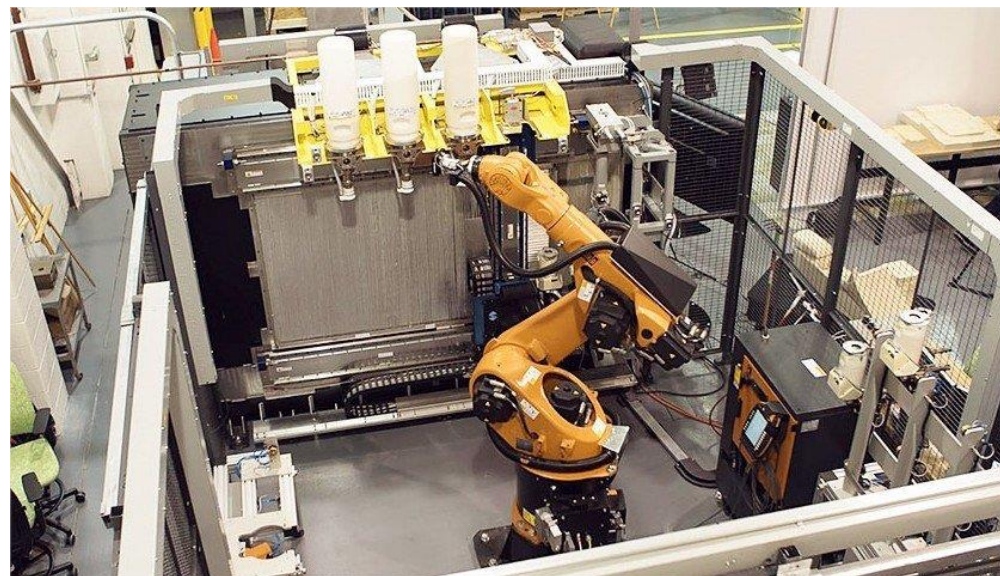


Diferença entre Redes Neurais e Inteligência Artificial

Redes neurais e Inteligência Artificial estão relacionadas, pois as redes neurais são uma forma de Inteligência Artificial que busca emular o funcionamento do cérebro humano. Em essência, tanto as redes neurais quanto a Inteligência Artificial têm o objetivo de ensinar computadores a processarem informações de maneira inteligente, aprendendo com experiências anteriores.

Impacto das Redes Neurais na Indústria

As redes neurais representam um marco revolucionário com amplas aplicações em todas as camadas produtivas da sociedade. Na indústria, suas aplicações são vastas e benéficas, contribuindo significativamente para o crescimento do setor e agregando valor a toda a cadeia produtiva.



Impressora 3d para modelagem industrial

Referências Bibliográficas

1. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2020). Speech and Language Processing (3rd ed.). Pearson.
2. Manning, C. D., Raghavan, P., & Schütze, H. (2008). Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press.
3. Goldberg, Y. (2017). Neural Network Methods for Natural Language Processing. Synthesis Lectures on Human Language Technologies, 10(1), 1–309.
4. Bird, S., Klein, E., & Loper, E. (2009). Natural Language Processing with Python. O'Reilly Media, Inc.
5. Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is All You Need. In Advances in Neural Information Processing Systems (pp. 5998-6008).
6. Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language Models are Unsupervised Multitask Learners. OpenAI.



ATÉ A PRÓXIMA AULA!