



UNINASSAU

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Professor: André Guerra



"As invenções [criações] são, sobretudo, o resultado de um trabalho teimoso." - Santos Dumont



Introdução a Arquitetura de Redes Neurais

Objetivos da Aula:

- 1 – Entender o conceito de Arquitetura de Redes
- 2 – Explorar os componentes da rede
- 3 – Conhecer as principais arquiteturas de rede
- 4- Aprendizado supervisionado e não supervisionado

O processo humano de aprendizado



UNINASSAU



Definição de Redes Neurais

Modelo computacional inspirado no cérebro humano

Composição:

- Unidades interconectadas chamadas neurônios artificiais

Funcionamento:

- Processamento de informações em conjunto
- Realização de tarefas como reconhecimento de padrões, classificação e predição

Processo:

- Recebe entradas
- Processa informações através de uma função de ativação
- Transmite saída para outros neurônios na rede



Definição de Redes Neurais

Redes Neurais Artificiais:

- Limitadas pelo poder computacional
- Dependentes da quantidade de dados disponíveis para treinamento

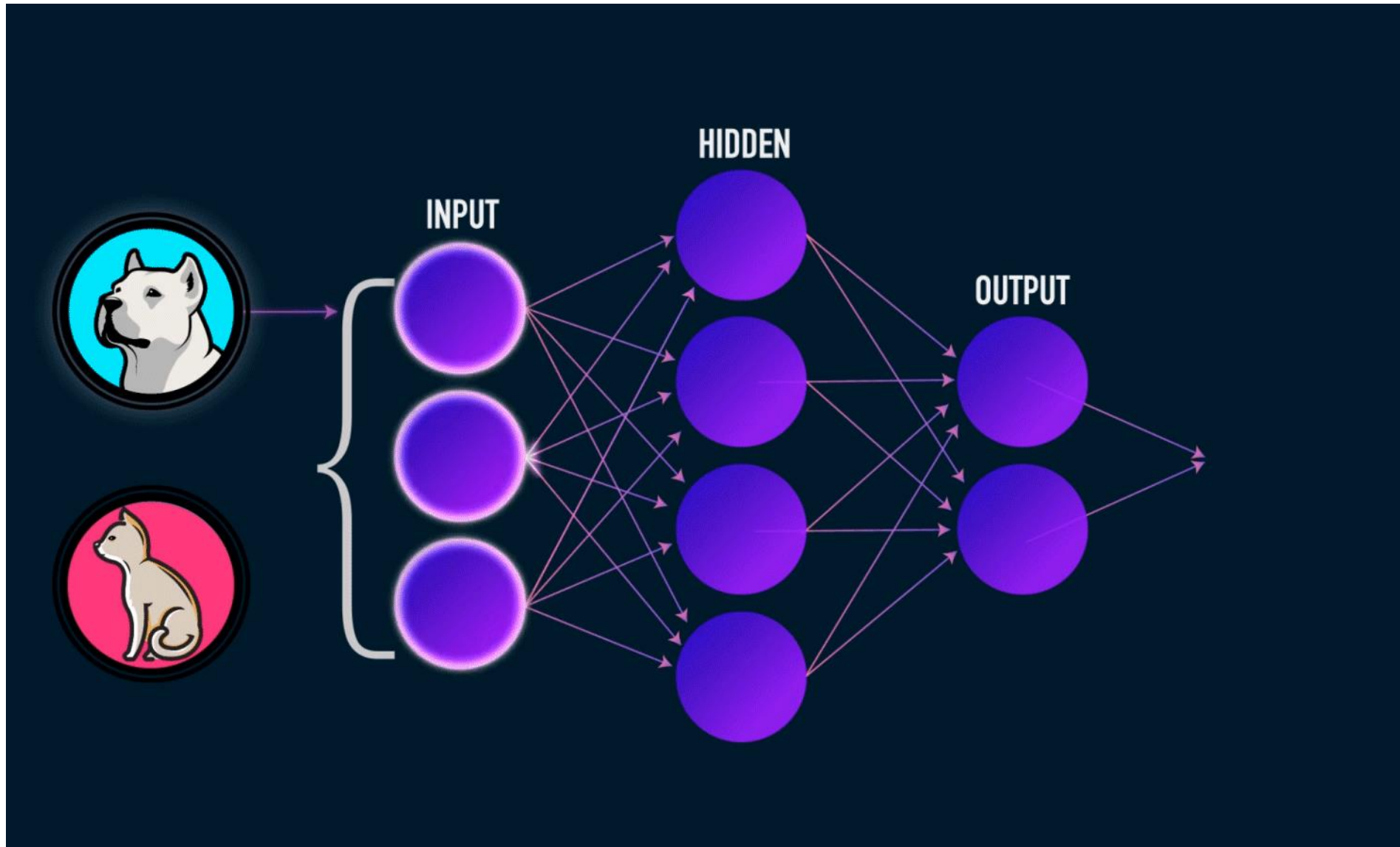
Cérebro Humano:

- Complexidade e eficiência superiores
 - Capacidade de processamento e armazenamento de informações vastamente superiores
-
- Redes neurais artificiais são simplificações do sistema nervoso humano
 - Ainda possuem um longo caminho para alcançar a sofisticação e adaptabilidade do cérebro humano

Funcionamento



UNINASSAU



1. Neurônios (Nós)

- **Função:** Unidades básicas de processamento.
- **Entrada:** Recebem sinais de neurônios anteriores ou dados de entrada.
- **Processamento:** Aplicam uma função de ativação às entradas ponderadas.
- **Saída:** Transmitem o resultado para neurônios seguintes.

2. Camadas

- **Camada de Entrada:**
 - **Função:** Recebe os dados de entrada e os transmite para a próxima camada.
- **Camadas Ocultas:**
 - **Função:** Realizam cálculos intermediários entre a entrada e a saída.
 - **Profundidade:** O número de camadas ocultas determina a profundidade da rede (redes profundas têm muitas camadas ocultas).
- **Camada de Saída:**
 - **Função:** Fornece o resultado final da rede.

Componentes Básicos de uma rede neural

3. Pesos (Weights)

- **Função:** Coeficientes que ajustam a influência de cada entrada no neurônio.
- **Aprendizado:** Ajustados durante o treinamento para minimizar o erro.

4. Bias (Viés)

- **Função:** Constante adicionada ao valor ponderado de entrada de um neurônio.
- **Objetivo:** Permite que o modelo se ajuste melhor aos dados e melhore a flexibilidade.

5. Função de Ativação

- **Função:** Introduz não-linearidade no modelo, permitindo que a rede aprenda relações complexas.

Componentes Básicos de uma rede neural



UNINASSAU

6. Função de Custo (Função de Perda)

- **Função:** Mede a diferença entre a saída prevista pela rede e o valor real.
- **Objetivo:** Orientar o processo de ajuste dos pesos.

7. Algoritmo de Treinamento (Backpropagation)

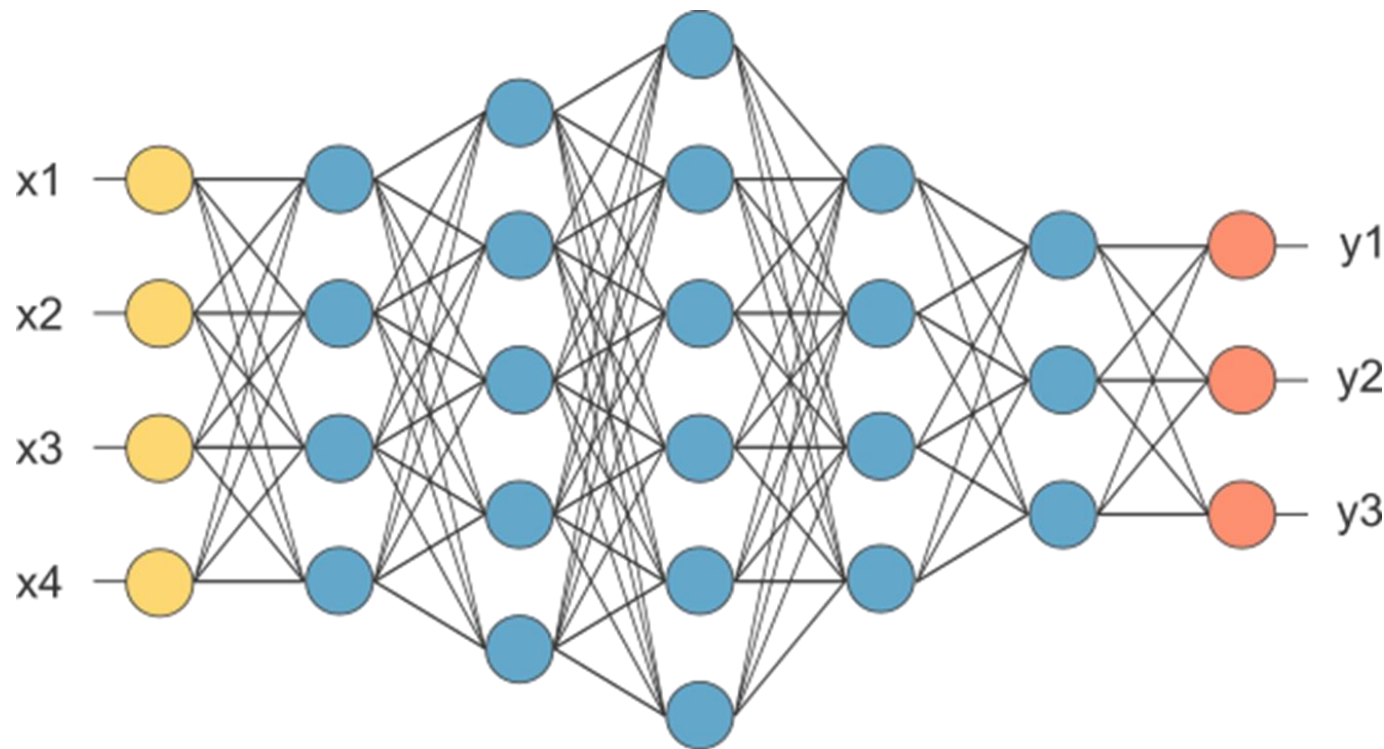
- **Função:** Método utilizado para ajustar os pesos na rede.

8. Otimizador

- **Função:** Método que ajusta os pesos baseado no gradiente da função de custo.

Arquitetura de redes neurais - Introdução

A arquitetura da rede é apenas a forma como os elementos fundamentais são combinados para resolver um problema específico





Arquiteturas importantes de Redes Neurais

Redes Neurais Feedforward (FNN)

- **Descrição:** Rede simples onde os dados fluem em uma única direção, da entrada para a saída.
- **Aplicações:** Classificação, regressão, previsão de séries temporais simples.

Redes Neurais Convolucionais (CNN)

- **Descrição:** Redes especializadas no processamento de dados estruturados em grades, como imagens, utilizando camadas convolucionais.
- **Aplicações:** Reconhecimento de imagem, detecção de objetos, segmentação de imagens.



Arquiteturas importantes de Redes Neurais

Redes Neurais Recorrentes (RNN)

- **Descrição:** Redes que possuem conexões que formam ciclos, permitindo o processamento de sequências de dados.
- **Aplicações:** Modelagem de linguagem natural, tradução automática, reconhecimento de fala, previsão de séries temporais complexas.

Long Short-Term Memory (LSTM)

- **Descrição:** Variante das RNNs que pode aprender dependências de longo prazo, mitigando o problema do gradiente desvanecente.
- **Aplicações:** Tradução automática, geração de texto, análise de sentimento, previsão de séries temporais complexas.



Arquiteturas importantes de Redes Neurais

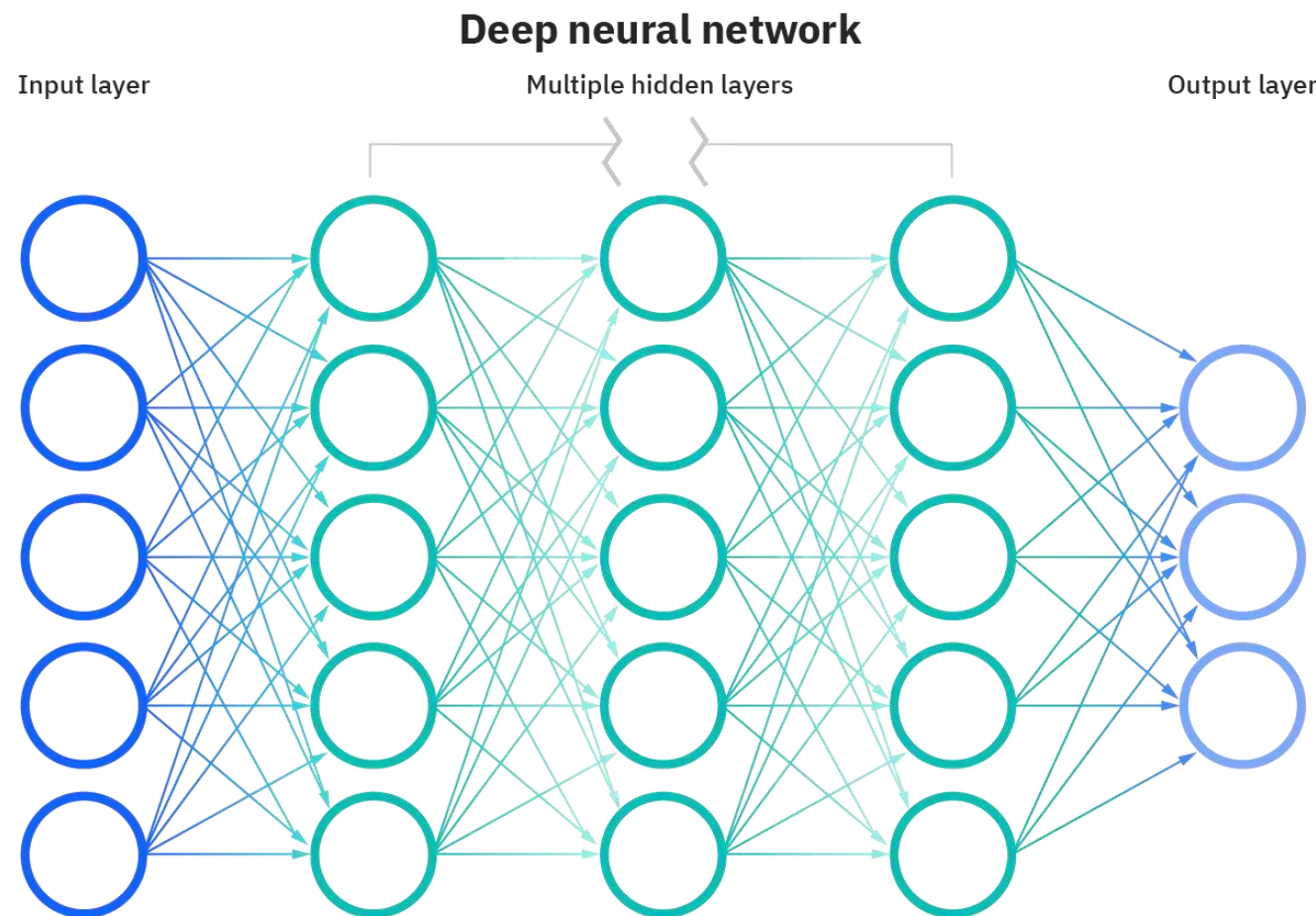
Redes Neurais Generativas Adversariais (GANs)

- **Descrição:** Arquitetura composta de duas redes (geradora e discriminadora) que competem entre si para gerar dados sintéticos realistas.
- **Aplicações:** Geração de imagens, criação de arte, geração de dados sintéticos para treinamento.

Transformers

- **Descrição:** Arquitetura que utiliza mecanismos de atenção para processar dados seqüenciais, sem a necessidade de processamento sequencial.
- **Aplicações:** Tradução automática, geração de texto, tarefas de compreensão de linguagem natural.

Redes neurais *Feedforward*





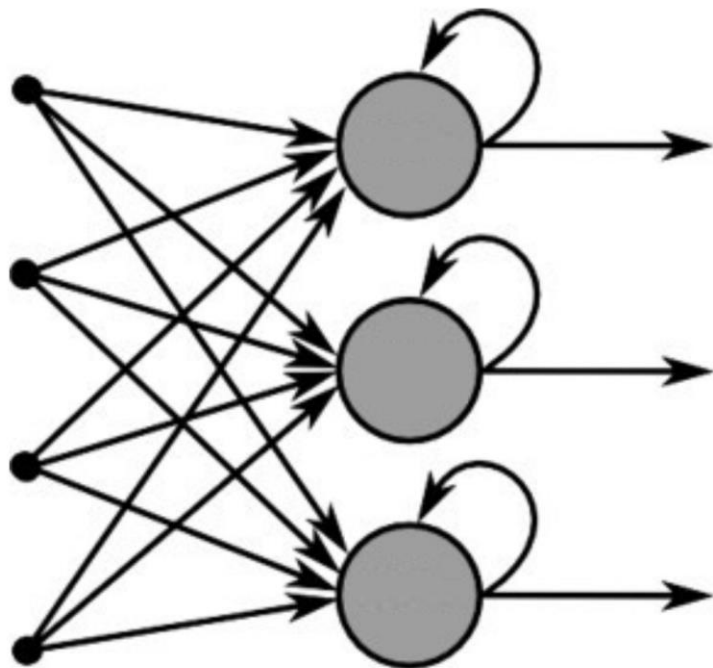
Redes neurais *Feedforward*

- Os dados fluem em uma única direção: da entrada para a saída, sem loops ou ciclos.
- Não têm memória de estados passados, pois cada entrada é processada de forma independente.
- Não têm memória de curto ou longo prazo.
- Cada entrada é processada de forma independente das entradas anteriores.
- Geralmente têm uma arquitetura mais simples e menos computacionalmente intensiva.
- Adequadas para problemas de classificação e regressão onde as relações entre dados não exigem memória temporal.
- Usadas principalmente em problemas de classificação e regressão simples.
- Aplicações: reconhecimento de dígitos manuscritos, previsões financeiras básicas.

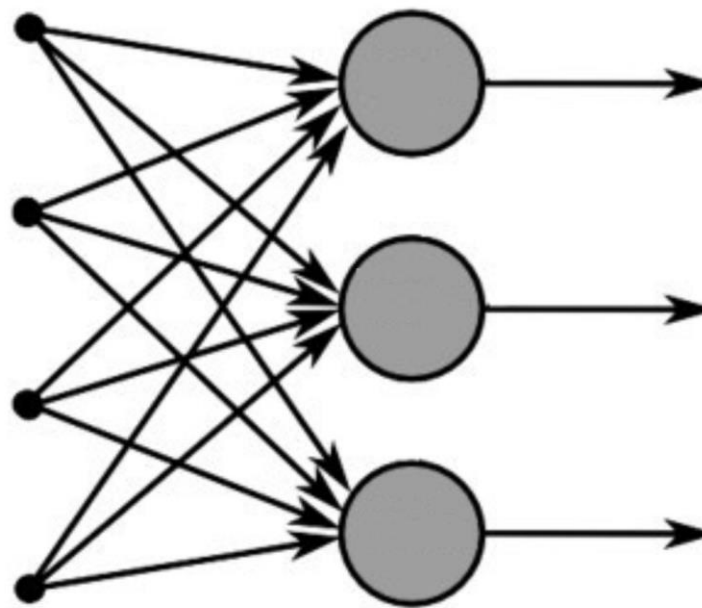
Redes neurais *Recorrentes* (RNN)



UNINASSAU



Recurrent Neural Network



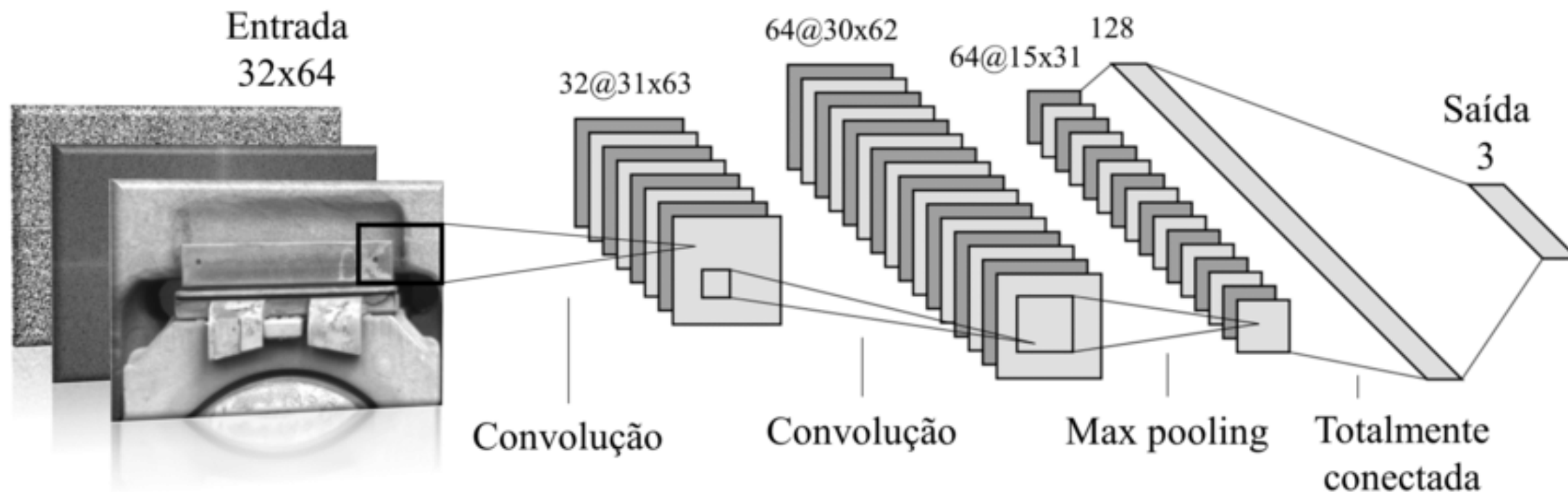
Feed-Forward Neural Network



Redes neurais *Recorrentes* (RNN)

- Possuem conexões recorrentes, permitindo que informações passem de uma iteração para a próxima.
- São capazes de manter uma "memória" de estados anteriores, útil para processar sequências temporais.
- Mantêm estados internos que armazenam informações de entradas anteriores.
- Ideais para tarefas que dependem de contexto, como tradução de linguagem natural e previsão de séries temporais.
- Contêm loops que permitem que a informação persista.

Redes neurais *Convolutionais*(CNN)



Redes neurais *Convolucionais*(CNN)

- Utilizam camadas convolucionais para processar dados em grade (como imagens).
- Aplicam filtros convolucionais para extrair características locais dos dados, reduzindo a necessidade de pre-processamento de features.
- São computacionalmente intensivas, especialmente para dados de alta dimensão.
- Aplicações: reconhecimento de objetos, segmentação de imagens, visão computacional.
- Camadas convolucionais, pooling e totalmente conectadas.
- Reduzem a dimensionalidade dos dados enquanto retêm as características mais importantes.



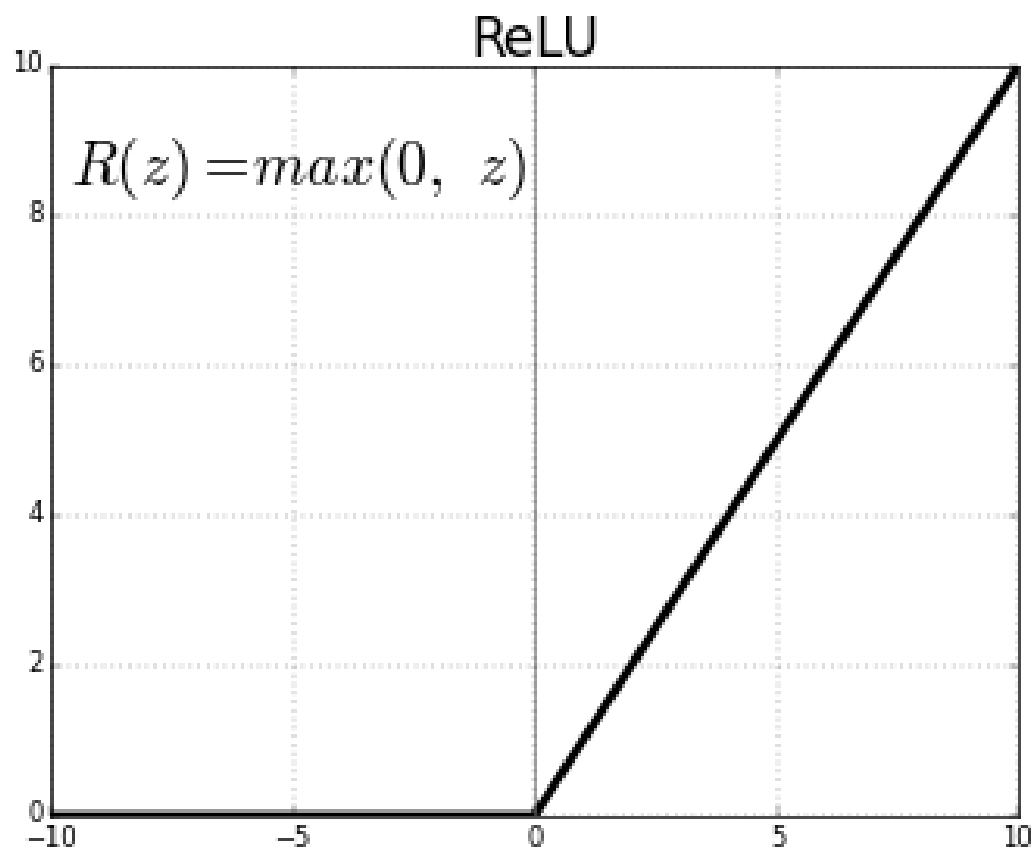
Funções de ativação - Definição

Uma função de ativação é uma **função matemática** aplicada à saída de cada neurônio em uma rede neural, introduzindo **não-linearidade** ao modelo. Isso permite que a rede aprenda e represente relações complexas nos dados. As funções de ativação mais comuns são:

- **Sigmóide**
- **ReLU** (*Rectified Linear Unit*)
- **Tanh** (Tangente hiperbólica)

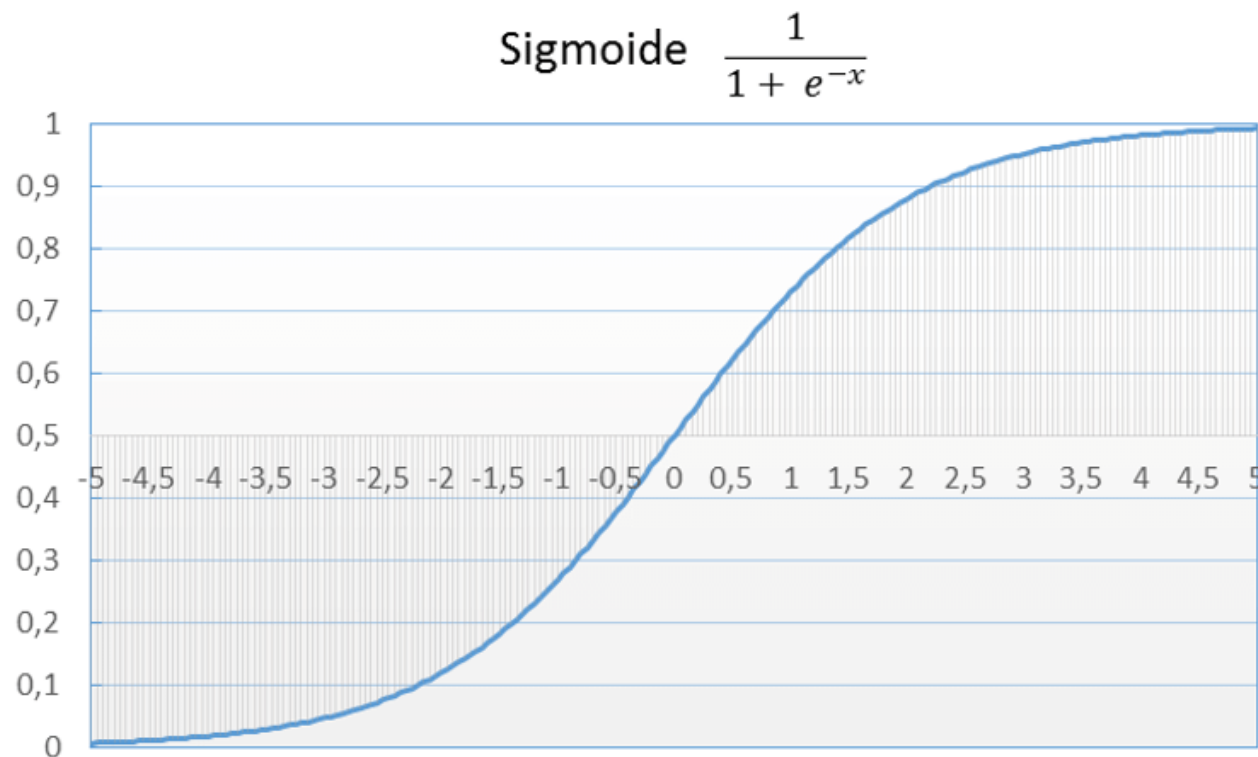
Funções de ativação *ReLU*

Ativa apenas valores positivos.



Funções de ativação *sigmóide*

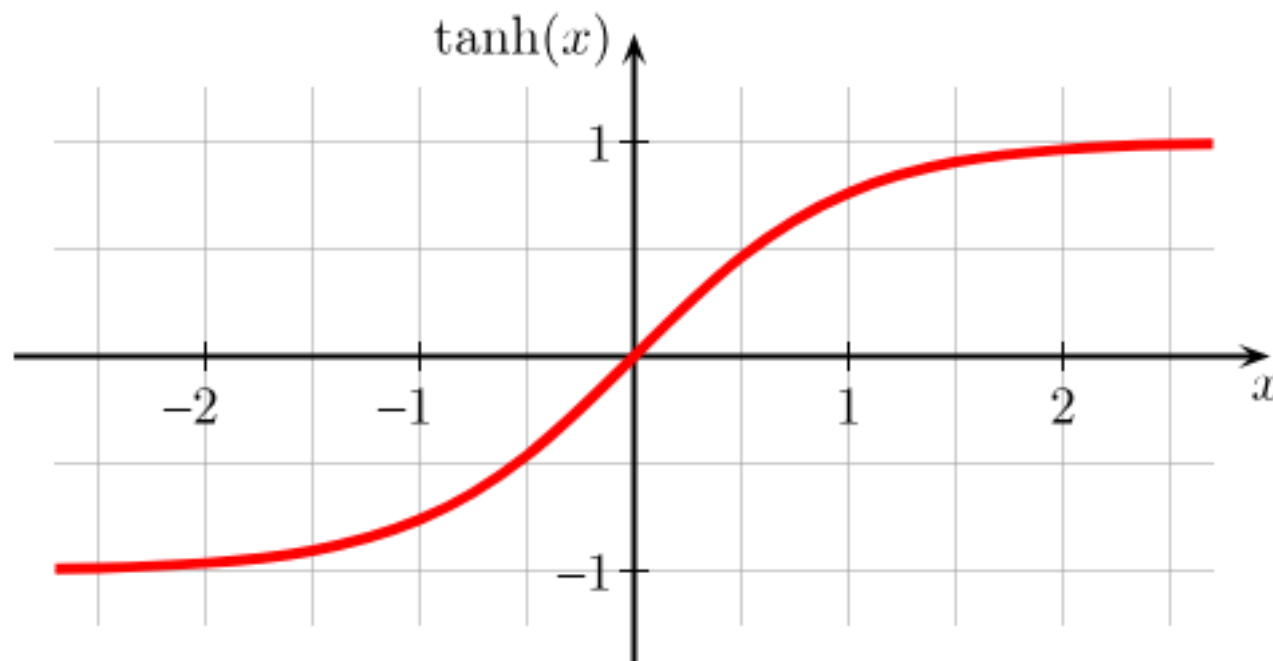
Mapeia a saída para um valor entre zero e um. Ideal para classificação binária.



Funções de ativação *tanh*

Mapeia a saída para um intervalo entre -1 e 1, centrando os dados e acelerando a convergência do aprendizado

$$\begin{aligned} & \text{Tanh} \\ f(x) &= \frac{(e^x - e^{-x})}{(e^x + e^{-x})} \end{aligned}$$





Que função usar?

- Sigmoides:
 - **Vantagens:** Interpretabilidade como probabilidade.
 - **Desvantagens:** Gradiente desvanecente, saída não centrada em zero.
- ReLU:
 - **Vantagens:** Simplicidade, eficiência computacional, mitigação do gradiente desvanecente.
 - **Desvantagens:** Morte de neurônios, gradiente zero para $x < 0$.
- Tanh:
 - **Vantagens:** Saída centrada em zero, melhor desempenho em camadas ocultas.
 - **Desvantagens:** Gradiente desvanecente, maior complexidade computacional.

Introdução ao aprendizado supervisionado



Conceito Básico

- Tipo de aprendizado de máquina onde o modelo é treinado usando dados rotulados.
- **Dados Rotulados:** Cada exemplo no conjunto de treinamento tem uma entrada e uma saída conhecida.

Classificação

- Problemas onde a saída é uma categoria discreta.
- Exemplos: Detecção de spam, reconhecimento de dígitos manuscritos.

Regressão

- Problemas onde a saída é um valor contínuo.
- Exemplos: Previsão de preços de imóveis, previsão de temperaturas.

Técnicas de aprendizado supervisionado



UNINASSAU

- Regressão Linear e Logística
- Árvores de Decisão e Florestas Aleatórias
- Máquinas de Vetores de Suporte (SVM)
- Redes Neurais

Introdução ao aprendizado NÃO supervisionado



UNINASSAU

Conceito Básico

- Tipo de aprendizado de máquina onde o modelo é treinado usando dados não rotulados.
- **Dados Não Rotulados:** Cada exemplo no conjunto de dados tem apenas entradas, sem saídas conhecidas.
- Hierarchical Clustering
- Principal Component Analysis (PCA)
- Association Rule Learning
- Autoencoders ←



Métricas de avaliação de cada método

Aprendizado Supervisionado:

- **Classificação:** Acurácia, Precisão, Recall, F1-score, Matriz de Confusão.
- **Regressão:** Erro Quadrático Médio (MSE), Erro Absoluto Médio (MAE), Coeficiente de Determinação (R^2).

Aprendizado Não Supervisionado:

- **Clustering:** Coeficiente de Silhueta, Inércia, Índice de Dunn.
- **Redução de Dimensionalidade:** Variância Explicada, Erro de Reconstrução.

Quando usar cada método?

- **Aprendizado Supervisionado** é ideal quando há dados rotulados disponíveis e o objetivo é prever rótulos para novas entradas, resolvendo problemas de classificação e regressão.
- **Aprendizado Não Supervisionado** é adequado para explorar dados não rotulados, descobrir padrões ocultos, agrupar dados em clusters, reduzir dimensionalidade e encontrar associações entre variáveis.



UNINASSAU

Tá na hora de descer pro play...

Tensorflow Playground



TensorFlow

Recomendação

NETFLIX



N FILME
EXPLORANDO O DESCONHECIDO
ROBÔS ASSASSINOS

Explorando o Desconhecido: Robôs Assassinos

2023 | A12 | 1h 10min | Documentário

O que acontece quando uma máquina passa a tomar decisões de vida ou morte? Este documentário explora os perigos da inteligência artificial em aplicações militares.



Conclusão e próximos passos

Próxima aula: Revisão matemática para inteligência artificial

