

TECNOLOGIAS EMERGENTES: APRENDIZADO DE MÁQUINA

**JOSÉ RAMON DA CONCEIÇÃO MONTEIRO
RENATO HIDAKA TORRES**

2024

FICHA TÉCNICA

Realização

Universidade Federal do Pará
 Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
 Programa de Pós-graduação em Segurança Pública

Apoio

Escola Estadual de Ensino Médio Agroindustrial Juscelino Kubitschek de Oliveira

Supervisão

Renato Hidaka Torres

Elaboração e Organização

José Ramon da Conceição Monteiro

Ilustração e Design

José Ramon da Conceição Monteiro

Como referenciar esta obra

MONTEIRO, José Ramon da Conceição; TORRES, Renato Hidaka. **Tecnologias Emergentes: Aprendizado de Máquina**. Programa de Pós-graduação em Segurança Pública. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal do Pará. Belém, Pará, Brasil, 2024.

Agradecimentos

À Escola Estadual de Ensino Médio Agroindustrial Juscelino Kubitschek de Oliveira, ao Programa de Pós-Graduação em Segurança Pública (PPGSP), do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), da Universidade Federal do Pará (UFPA), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



Sumário

Apresentação	04
Aprendizado de Máquina	05
Qual a diferença entre Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina?	06
Qual é a diferença entre aprendizado supervisionado e não supervisionado?	07
Principais Algoritmos	08
Aprendizado Supervisionado	08
Aprendizado Não Supervisionado	09
Aprendizado por Reforço	10
Como escolher o algoritmo certo para um problema específico?	11
Quais são as métricas usadas para avaliar o desempenho dos algoritmos de aprendizado de máquina?	13
Conclusão	14
Referências	15

Apresentação



Esta cartilha foi elaborada a partir dos estudos realizados no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Segurança Pública da UFPA, cuja temática de estudo foi “Mineração de Dados e Explicabilidade de Aprendizado de Máquina Aplicadas à Segurança Pública”. Tecnologias Emergentes são inovações técnicas ou em desenvolvimento com grande potencial de mudar o curso de nossas vidas e dos negócios. Elas são soluções tecnológicas que estão surgindo no mercado, seja ele nacional ou internacional.

O aprendizado de máquina (AM), um subcampo da inteligência artificial (IA), é uma dessas tecnologias emergentes que está transformando a maneira como interagimos com o mundo digital. Essa tecnologia está na vanguarda da inovação, impulsionando avanços em áreas como visão computacional, processamento de linguagem natural e reconhecimento de fala. Associar o aprendizado de máquina às tecnologias emergentes significa reconhecer seu papel central na criação de soluções que antes eram consideradas impossíveis ou que exigiriam uma quantidade significativa de intervenção humana. À medida que essa tecnologia continua a evoluir, espera-se que ela desempenhe um papel ainda mais crítico na forma como construímos e interagimos com as tecnologias do futuro.

O objetivo desta cartilha, é apresentar os principais conceitos relacionados às técnicas de Aprendizado de Máquina, sua diferença entre Inteligência Artificial, a diferença entre aprendizado supervisionado e não supervisionado, os principais algoritmos utilizados, como escolher o algoritmo mais adequado para resolver problemas específicos e quais métricas utilizar para avaliar o desempenho do algoritmo.

Aprendizado de Máquina



Aprendizado de Máquina, também conhecido pelo nome em inglês Machine Learning (ML), é um subcampo da ciência da computação e da inteligência artificial que foca no desenvolvimento de modelos e algoritmos capazes de reconhecer padrões a partir de uma amostragem de dados. Ele é baseado na ideia de que as máquinas podem aprender com os dados, em vez de serem sempre explicitamente programadas.

O aprendizado de máquina é um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. É um ramo da inteligência artificial baseado na ideia de que sistemas podem aprender com dados, identificar padrões e tomar decisões com o mínimo de intervenção humana.

O aprendizado de máquina é baseado em entradas e saídas. Um algoritmo de aprendizado de máquina é alimentado com dados (entrada) que são usados para produzir um resultado (saída). Um modelo de aprendizado de máquina "aprende" qual tipo de resultados deve produzir e pode fazer isso por meio de três métodos principais:

1

Aprendizado supervisionado: Para o tipo mais básico de programa de aprendizado de máquina, o programador seleciona um conjunto de exemplos de entradas e as saídas corretas. O algoritmo de aprendizado de máquina tenta generalizar a partir desses exemplos para que, quando for alimentado com uma entrada isolada, consiga produzir a saída desejada.

2

Aprendizado não supervisionado: O aprendizado não supervisionado ocorre quando um algoritmo de aprendizado de máquina mais avançado é alimentado com dados brutos e, em seguida, identifica os padrões por conta própria.

3

Aprendizado por reforço: Nesse estilo de aprendizado, o algoritmo de aprendizado de máquina é treinado por meio de feedback. Existem "saídas" boas e "saídas" ruins e com o tempo, o algoritmo aprende a evitar as saídas ruins.

O aprendizado de máquina tem uma ampla gama de usos, incluindo: Identificação de e-mails de spam, Detecção da atividade de bots, Recomendação de conteúdo para usuários em plataformas de streaming e aplicativos de rede social, Fornecimento de resultados de mecanismos de pesquisa, Reconhecimento de voz e imagem, Chatbots e tradução de idiomas, Pesquisas médicas.

Qual a diferença entre Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina?



Inteligência Artificial (IA) e Aprendizado de Máquina (AM) são dois termos frequentemente usados na área de tecnologia, e embora estejam relacionados, eles não são a mesma coisa.

A Inteligência Artificial é um campo amplo que engloba várias estratégias e técnicas usadas para tornar as máquinas mais parecidas com seres humanos. A IA é a capacidade de um sistema de simular a inteligência humana, permitindo que as máquinas executem tarefas e repliquem comportamentos tipicamente associados a humanos, como desenvolver raciocínios, aprender a partir de experiências passadas e realizar tomadas de decisão. A IA inclui tudo, desde assistentes inteligentes como a Alexa até aspiradores de pó robóticos e veículos autônomos.

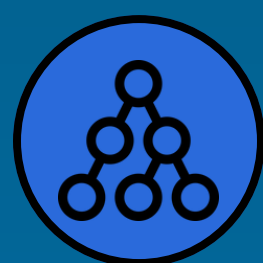
Aprendizado de Máquina é um subcampo da IA. AM é a ciência do desenvolvimento de algoritmos e modelos estatísticos que os sistemas de

computador usam para realizar tarefas complexas sem instruções explícitas. Em vez disso, os sistemas dependem de padrões e inferências. Os sistemas de computador usam algoritmos de aprendizado de máquina para processar grandes quantidades de dados históricos e identificar padrões de dados.

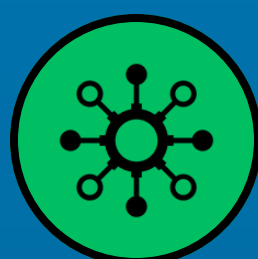
Portanto, enquanto a IA se refere à capacidade de uma máquina de imitar a inteligência humana, o AM é uma técnica específica que permite que as máquinas aprendam a partir de dados. Em outras palavras, o AM é uma das muitas maneiras pelas quais uma máquina pode ser “inteligente”. Embora o aprendizado de máquina seja IA, nem todas as atividades de IA são aprendizado de máquina.

Qual é a diferença entre aprendizado supervisionado e não supervisionado?

Aprendizado Supervisionado e Aprendizado Não Supervisionado são dois métodos principais usados em Aprendizado de Máquina, cada um com suas próprias características:



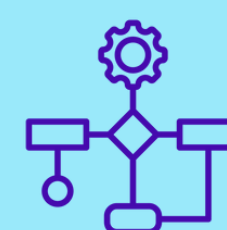
Aprendizado Supervisionado: Neste tipo de aprendizado, os algoritmos são treinados usando dados rotulados. Isso significa que os dados de entrada são emparelhados com a saída correta, e o algoritmo aprende a mapear a entrada para a saída. Por exemplo, se quisermos prever se um e-mail é spam ou não, poderíamos treinar um algoritmo de aprendizado supervisionado com muitos e-mails que já foram rotulados como "spam" ou "não spam". O algoritmo "aprende" a partir desses exemplos e usa esse conhecimento para classificar novos e-mails.



Aprendizado Não Supervisionado: Ao contrário do aprendizado supervisionado, o aprendizado não supervisionado envolve o treinamento de algoritmos usando dados que não foram rotulados. Em outras palavras, o algoritmo precisa encontrar padrões e estruturas nos dados por conta própria. Um exemplo comum de aprendizado não supervisionado é o agrupamento (ou clustering), onde o algoritmo tenta agrupar os dados em diferentes categorias com base em suas semelhanças.

Portanto, a principal diferença entre o aprendizado supervisionado e o não supervisionado é que o aprendizado supervisionado envolve o mapeamento da entrada para a saída essencial, enquanto o aprendizado não supervisionado descobre padrões nos dados sem ter uma saída específica em mente.

Principais Algoritmos



Aprendizado Supervisionado

Existem vários algoritmos de aprendizado supervisionado, aqui estão alguns dos mais comuns:

1

Redes Neurais: Usadas principalmente para algoritmos de deep learning, as redes neurais processam dados de treinamento imitando a interconectividade do cérebro humano por meio de camadas de nós.

2

Máquinas de Vetor de Suporte (SVMs): São algoritmos que tentam encontrar um hiperplano em um espaço N-dimensional (N - o número de features) que classifica claramente os pontos de dados.

3

Classificadores Naive Bayes: São um conjunto de algoritmos de classificação baseados no teorema de Bayes com uma suposição de independência entre os preditores.

4

Regressão Linear: É um algoritmo utilizado para problemas de regressão, ou seja, quando queremos prever um valor numérico contínuo.

5

Árvores de Decisão: Um algoritmo que constrói uma estrutura em forma de árvore para tomar decisões com base nas características dos dados de entrada.

6

Random Forest: É um método de aprendizado de máquina que opera construindo uma infinidade de árvores de decisão no momento do treinamento e produzindo a classe que é o modo das classes (classificação) ou a previsão média (regressão) das árvores individuais.

7

Regressão Logística: É um algoritmo de aprendizado supervisionado que é usado quando a variável de resposta é categórica.

8

Regressão Polinomial: É uma forma de regressão linear na qual a relação entre a variável independente x e a variável dependente y é modelada como um polinômio de enésimo grau.

Aprendizado Não Supervisionado

Existem vários algoritmos de aprendizado não supervisionado, aqui estão alguns dos mais comuns:

1

K-Means: Este é um algoritmo de agrupamento que divide um conjunto de dados em K grupos distintos e não sobrepostos. O algoritmo de clusterização k -médias é um exemplo de armazenamento em cluster exclusivo.

2

DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise): Este é um algoritmo de agrupamento baseado em densidade que pode descobrir clusters de formas arbitrárias.

3

Hierarchical Clustering: Este é um algoritmo de agrupamento que constrói uma hierarquia de clusters. Este algoritmo começa com todos os pontos de dados atribuídos a um cluster de seu próprio e, em seguida, os clusters são sucessivamente mesclados.

4

PCA (Principal Component Analysis): Este é um método de redução de dimensionalidade que é frequentemente usado para reduzir a dimensionalidade de grandes conjuntos de dados, aumentando a interpretabilidade, mas ao mesmo tempo minimizando a perda de informações.

5

Anomaly Detection: Este é um algoritmo usado para identificar itens, eventos ou observações que não se conformam a um padrão esperado em um conjunto de dados.

6

Association Rules: Este é um método para descobrir relações interessantes entre variáveis em grandes bancos de dados.

Aprendizado por Reforço

Existem vários algoritmos de aprendizado por reforço, aqui estão alguns dos mais comuns:

1

Q-Learning: É um algoritmo simples no aprendizado por reforço para aprender a ação ótima em um ambiente desconhecido. Sem ter um modelo de ambiente, ele pode aprender a ação ótima e de longo prazo.

2

SARSA (State-Action-Reward-State-Action): É um algoritmo de aprendizado por reforço que é usado para problemas de tomada de decisão sequencial.

3

DQN (Deep Q-Network): É uma combinação de Q-Learning e redes neurais profundas. Ele usa uma rede neural para aproximar a função de valor Q.

4

Policy Gradient: Este é um tipo de algoritmo de aprendizado por reforço que busca encontrar a melhor política, que é a estratégia que o agente usa para decidir a próxima ação com base no estado atual.

5

Actor-Critic: Este é um tipo de algoritmo de aprendizado por reforço que combina os métodos de Policy Gradient e Value Function.



Como escolher o algoritmo certo para um problema específico?

Escolher o melhor algoritmo de aprendizado de máquina para um problema específico envolve considerar vários fatores, incluindo a natureza dos dados, o tamanho do conjunto de dados, a complexidade do problema, o tempo de treinamento disponível e a capacidade de interpretação do modelo. Aqui estão algumas diretrizes gerais:

1

Natureza dos Dados:

- Para dados **lineares**, modelos simples como **Regressão Linear** podem ser eficazes.
- Para dados **não lineares**, pode-se considerar **Redes Neurais** ou **Máquinas de Vetores de Suporte (SVM)**.

2

Tamanho do Conjunto de Dados:

- Conjuntos de dados **pequenos** podem não treinar bem modelos complexos, como redes neurais profundas.
- Conjuntos de dados **grandes** podem se beneficiar de modelos mais complexos que podem capturar nuances nos dados.

3

Complexidade do Problema:

- Problemas **simples** podem ser resolvidos com algoritmos mais básicos e menos propensos ao sobreajuste.
- Problemas **complexos** podem exigir modelos mais sofisticados, como **random forest** ou **redes neurais**.

4

Tempo de Treinamento:

- Se o tempo for uma restrição, algoritmos mais **rápidos** como **Regressão Logística** ou **Árvores de Decisão** podem ser preferíveis.
- Se o tempo não for um problema, pode-se explorar modelos que requerem mais tempo de treinamento, como redes neurais.

5

Interpretabilidade e Explicabilidade do Modelo:

- Em alguns casos, é importante que o modelo seja **interpretável**. Modelos como **árvores de decisão** são mais fáceis de explicar.
- Em outros casos, a **performance** pode ser mais crítica, e modelos **caixa-preta** como **redes neurais** podem ser aceitáveis.
- Em alguns domínios, como saúde ou finanças, a capacidade de explicar as decisões do modelo é crucial.

6

Métricas de Avaliação:

- Defina métricas de avaliação apropriadas para o problema, como **acurácia**, **precisão**, **recall (sensibilidade)**, **F1-Score** para classificação ou **MSE (Mean Squared Error)**, **RMSE (Root Mean Squared Error)**, **MAE (mean absolut error)** para regressão.

7

Experimentação:

- Frequentemente, a escolha do algoritmo envolve **experimentação** e **validação cruzada** para comparar o desempenho de diferentes modelos.

8

Restrições Específicas:

- Considere quaisquer restrições específicas do domínio, como **requisitos regulatórios** ou **limitações de recursos**.

9

Refine o Modelo:

- Ajuste os **hiperparâmetros** para melhorar o desempenho.
- Considere técnicas de **ensemble** para combinar as forças de diferentes modelos.

Não existe um algoritmo que seja o melhor para todos os problemas. A escolha depende de um equilíbrio entre vários fatores e, muitas vezes, de um processo iterativo de tentativa e erro. É importante testar diferentes algoritmos, ajustar seus hiperparâmetros e validar seus resultados para encontrar o modelo mais adequado para o seu problema específico.

Quais são as métricas usadas para avaliar o desempenho dos algoritmos de aprendizado de máquina?

Existem várias métricas usadas para avaliar o desempenho dos algoritmos de aprendizado de máquina. Aqui estão algumas das mais comuns:



Acurácia: Mede a proporção de previsões corretas em relação ao total de previsões feitas pelo modelo.



Precisão: Mede a proporção de previsões positivas corretas em relação ao total de previsões positivas.



Recall (Sensibilidade): Mede a proporção de previsões positivas corretas em relação ao total de instâncias positivas reais.



F1-Score: Combina precisão e recall, fornecendo uma única medida do desempenho do modelo.



Curva ROC (Receiver Operating Characteristic): Representa graficamente o desempenho do modelo em relação à taxa de verdadeiros positivos e falsos positivos.



AUC (Area Under the Curve): É a área sob a curva ROC. Quanto maior o AUC, melhor o modelo é capaz de distinguir entre classes.

As métricas de avaliação de desempenho são fundamentais no aprendizado de máquina, pois fornecem uma maneira quantitativa de medir a eficácia dos algoritmos e ajudam a determinar se um modelo está aprendendo corretamente e generalizando bem para dados não vistos. Portanto, são indispensáveis para o desenvolvimento, teste e aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina, garantindo que os modelos criados sejam robustos, confiáveis e adequados para o uso pretendido.

Conclusão



Aprendizado de máquina é uma ferramenta poderosa que representa um grande avanço na forma como os computadores podem aprender e agir. Embora seja um subconjunto da inteligência artificial, o aprendizado de máquina se destaca por sua capacidade de processar grandes volumes de dados e aprender com eles, melhorando continuamente o desempenho de tarefas específicas.

A distinção entre aprendizado supervisionado e não supervisionado reside na presença ou ausência de dados rotulados para treinar o modelo. Enquanto o aprendizado supervisionado se beneficia da orientação clara sobre o que aprender, o aprendizado não supervisionado explora padrões ocultos e estruturas nos dados sem essa orientação.

Os algoritmos de aprendizado de máquina são variados e cada um tem suas forças em diferentes tipos de problemas. A escolha do algoritmo certo para um problema específico é crucial e depende de uma compreensão profunda tanto do problema quanto das capacidades dos algoritmos disponíveis.

As métricas de avaliação de desempenho são essenciais para medir a eficácia dos algoritmos de aprendizado de máquina. Elas fornecem uma visão quantitativa do quão bem um modelo está realizando sua tarefa, permitindo aos cientistas de dados ajustar e melhorar seus modelos de forma iterativa.

O aprendizado de máquina é um campo dinâmico e em constante evolução que está no cerne da revolução da inteligência artificial, com impacto profundo em diversas áreas, desde a medicina até a engenharia e além.

Referências



ANÁLISE DE MÉTRICAS EM MODELOS DE MACHINE LEARNING: Guia Prático em Python. **Escola DNC**, 09 maio 2024, Data Science. Disponível em: [<https://www.escoladnc.com.br/blog/analise-de-metricas-em-modelos-de-machine-learning-guia-pratico-em-python/>]. Acesso em: 14 maio 2024.

APRENDIZADO POR REFORÇO: O Guia Completo para Iniciantes. **Awari**, 09 ago. 2023, Ciência de Dados. Disponível em: [<https://awari.com.br/aprendizado-por-reforco-o-guia-completo-para-iniciantes/>]. Acesso em: 14 maio 2024.

APRENDIZADO Supervisionado ou Não Supervisionado. **Didática Tech**, [s. d.], Inteligência Artificial. Disponível em: [<https://didatica.tech/aprendizado-supervisionado-ou-nao-supervisionado/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

APRENDIZADO SUPERVISIONADO: 7 exemplos sobre como aplicar. **Trybe**, 02 set. 2022, Tecnologia. Disponível em: [<https://blog.betrybe.com/tecnologia/aprendizado-supervisionado-aplicacao/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO: o que é, tipos e como funciona. **Trybe**, 09 set. 2022, Tecnologia. Disponível em: [<https://blog.betrybe.com/tecnologia/aprendizado-nao-supervisionado/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

APRENDIZAGEM não supervisionada: o que é e como funciona?. **Aplus Platform**, 13 maio 2023, Matemática Aplicada. Disponível em: [<https://aplusplatform.com/aprendizagem-nao-supervisionada/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

Referências



COIMBRA, S. C. Aprendizado de Máquina Supervisionado e Não Supervisionado: Conceitos, Técnicas e Aplicações. **Medium**, 22 nov. 2023. Disponível em: [<https://aplusplatform.com/aprendizagem-nao-supervisionada/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

COSTI, G. Aprendizagem Não Supervisionada. **Lambda3**, 9 mar. 2020, Inteligência Artificial. Disponível em: [<https://www.lambda3.com.br/2020/03/aprendizagem-nao-supervisionada/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

DIFERENÇA entre aprendizado supervisionado e não supervisionado. **GADGET-INFO.COM**, [s. d.], Inteligência Artificial. Disponível em: [<https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/what-is-ai/ai-vs-machine-learning/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

HAAS, G.; & CIRIACO, D. O que é aprendizado de máquina?. **Canaltech**, 06 ago. 2023, Inovação - Inteligência Artificial. Disponível em: [<https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/o-que-e-aprendizado-de-maquina/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

IA vs. machine learning. **Oracle**, [s. d.], Inteligência Artificial. Disponível em: [<https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/what-is-ai/ai-vs-machine-learning/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E MACHINE LEARNING: entenda a diferença. **Associação Cubo Coworking Itaú**, 31 out. 2023, Nova Economia. Disponível em: [<https://blog.cubo.network/inteligencia-artificial-e-machine-learning>]. Acesso em: 12 maio 2024.

Referências



Johnson, D. Aprendizagem por Reforço: O que é, Algorithms, Tipos e exemplos. **Guru99**, 19 mar. 2024. Disponível em: [<https://www.guru99.com/pt/reinforcement-learning-tutorial.html>]. Acesso em: 14 maio 2024.

LUDERMIR, T. B. **Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências**. Estudos Avançados, São Paulo-SP, 2021.

MACHINE LEARNING: O que é e qual sua importância?. **SAS**, [s. d.]. Disponível em: [https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/machine-learning.html]. Acesso em: 12 maio 2024.

MACHINE LEARNING E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: o que são e qual a diferença?. **Instituto Infnet**, [s. d.]. Disponível em: [<https://blog.infnet.com.br/ia-machine-learning/diferenca-entre-machine-learning-e-inteligencia-artificial/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

MANDELLI, P. Aprendizado supervisionado: Entenda como funciona. **Domine IA**, 01 set. 2023. Disponível em: [<https://domineia.com/aprendizado-supervisionado/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

MÉTRICAS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA: Como medir o sucesso do seu modelo. **Awari**, 25 nov. 2023, Ciência de Dados. Disponível em: [<https://awari.com.br/metricas-de-aprendizado-de-maquina-como-medir-o-sucesso-do-seu-modelo/>]. Acesso em: 14 maio 2024.

Referências



O que é aprendizado de máquina?. **Cloudflare**, [s. d.]. Disponível em: [<https://www.cloudflare.com/pt-br/learning/ai/what-is-machine-learning/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

O que é aprendizado de máquina? Definição, tipos, ferramentas e muito mais. **DataCamp**, 01 maio 2014. Disponível em: [<https://www.datacamp.com/pt/blog/what-is-machine-learning>]. Acesso em: 12 maio 2024.

O que é aprendizado de máquina (ML)?. **IBM**, [s. d.]. Disponível em: [<https://www.ibm.com/br-pt/topics/data-mining>]. Acesso em: 12 maio 2024.

O que é aprendizado supervisionado?. **IBM**, [s. d.]. Disponível em: [<https://www.ibm.com/br-pt/topics/supervised-learning>]. Acesso em: 13 maio 2024.

O que é aprendizado não supervisionado?. **IBM**, [s. d.]. Disponível em: [<https://www.ibm.com/br-pt/topics/unsupervised-learning>]. Acesso em: 13 maio 2024.

O que é tecnologia emergente e quais os principais exemplos. **Amcham**, 11 jan. 2024. Disponível em: [<https://www.amcham.com.br/blog/tecnologia-emergente>]. Acesso em: 09 maio 2024.

O que são tecnologias emergentes e quais as principais. **SANKHYA**, 19 jul. 2023. Disponível em: [<https://www.sankhya.com.br/blog/tecnologias-emergentes/>]. Acesso em: 09 maio 2024.

Referências



O que são Tendências de Tecnologias Emergentes?. **Planejamento Estratégico**, 29 ago. 2023. Disponível em: [<https://planejamentoestrategico.org/glossario/o-que-e-tendencias-de-tecnologias-emergentes/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

QUAL é a diferença entre aprendizado supervisionado e não supervisionado?. **Amazon Web Services**, [s. d.]. Disponível em: [<https://aws.amazon.com/pt/compare/the-difference-between-machine-learning-supervised-and-unsupervised/>]. Acesso em: 13 maio 2024.

QUAL é a diferença entre IA e machine learning?. **Amazon Web Services**, [s. d.]. Disponível em: [<https://aws.amazon.com/pt/compare/the-difference-between-artificial-intelligence-and-machine-learning/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

REIS, F. O que é Machine Learning – Uma introdução ao Aprendizado de Máquina. **Bóson Treinamentos**, 17 fev. 2023. Disponível em: [<https://www.bosontreinamentos.com.br/inteligencia-artificial/o-que-e-machine-learning-uma-introducao-ao-aprendizado-de-maquina/>]. Acesso em: 12 maio 2024.

SILVEIRA, P. Qual a diferença entre Data Science, Machine Learning e Inteligência Artificial?. **Alura**, 21 ago. 2023, Data Science. Disponível em: [<https://www.alura.com.br/artigos/qual-e-a-diferenca-de-data-science-machine-learning-e-inteligencia-artificial>]. Acesso em: 12 maio 2024.

TECNOLOGIAS EMERGENTES: APRENDIZADO DE MÁQUINA

