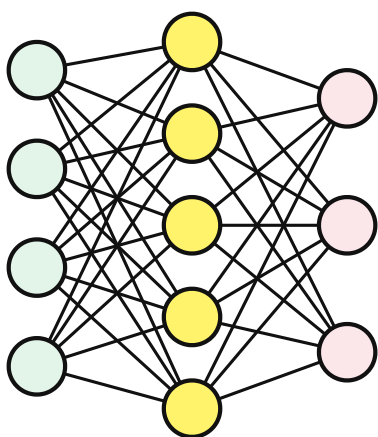
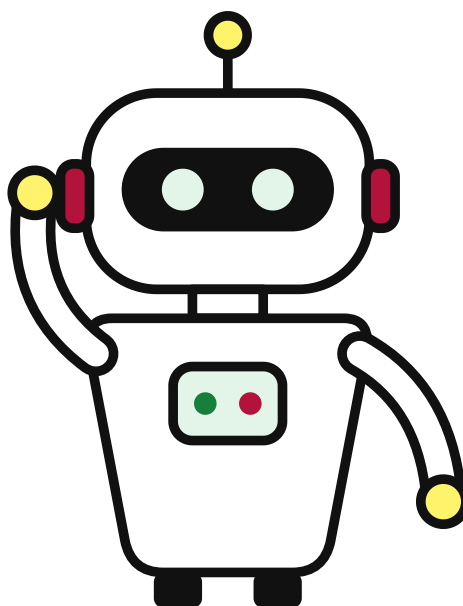


||| APOSTILA DO ESTUDANTE FUNDAMENTAL II E ENSINO MÉDIO

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Dados, aprendizado de máquina, redes neurais e IA generativa, com atividades desplugadas, 6 projetos em Python, exercícios e projeto final.



SUMÁRIO

	Apresentação	3
1	O que é inteligência artificial?	5
2	Dados: a matéria-prima da IA	9
3	Como a máquina aprende	14
4	Classificar: árvores e vizinhos	18
5	Treinar, testar e medir	23
6	Redes neurais	27
7	IA que vê e que ouve	31
8	IA que escreve	36
9	Usar IA com responsabilidade	40
10	Ética, vieses e sociedade	44
11	Programando IA em Python	49
	Projeto 1: Chatbot de regras	50
	Projeto 2: Analisador de sentimentos	51
	Projeto 3: Árvore de decisão em código	53
	Projeto 4: Vizinhos mais próximos	54
	Projeto 5: Previsor da próxima palavra	55
	Projeto 6: Um neurônio que aprende	56
12	Projeto final: IA a serviço da comunidade	59
A	Apêndice A: Python: referência rápida	63
B	Apêndice B: Glossário	64
C	Apêndice C: Sites de apoio	66
D	Apêndice D: Ficha do projeto e do modelo	67
E	Apêndice E: Gabarito	70
	Referências	73

APRESENTAÇÃO

A inteligência artificial já faz parte da vida de todo mundo: está no celular, nas redes sociais, nos mapas, nos tradutores e nos chatbots. Esta apostila convida você a entender **como ela funciona por dentro**, a **construir** pequenos sistemas de IA e a **pensar criticamente** sobre o uso dessa tecnologia na escola e na sociedade.

O material foi pensado para estudantes do **6º ao 9º ano do Ensino Fundamental** e também para turmas com estudantes do **Ensino Médio**. Não é preciso saber programar. Os capítulos 1 a 10 podem ser estudados sem computador, com atividades desplugadas; o Capítulo 11 traz projetos em Python, e o Capítulo 12 propõe um projeto final em equipe.

COMO USAR ESTA APOSTILA

- Leia a abertura de cada capítulo: ela mostra o que você vai aprender e a ligação com a BNCC.
- Faça as atividades práticas em dupla ou em grupo, com a orientação do professor.
- Digite os códigos em vez de copiar e colar: assim você percebe cada detalhe.
- Resolva os exercícios no fim de cada capítulo. As respostas estão no Apêndice E, para conferir depois de tentar.
- Use a ficha do Apêndice D para planejar e documentar o projeto final.

AS CAIXAS DA APOSTILA

MÃO NA MASSA

Atividade prática: desplugada, em uma ferramenta on-line ou com programação.

VOCÊ SABIA?

Curiosidade ou informação extra sobre o assunto.

ATENÇÃO

Cuidado com dados pessoais, segurança ou uso das ferramentas.

PARA PENSAR

Pergunta para refletir e conversar com a turma.

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Aprofundamento para estudantes mais velhos ou mais experientes.

NÍVEIS DOS PROJETOS

Nível 1 · todos projetos de entrada, com poucas linhas de código. **Nível 2 · aprofundamento** projetos com mais lógica e um pouco de matemática.

DO QUE VOCÊ VAI PRECISAR

Para as atividades desplugadas: papel, lápis, cartões e fita crepe. Para as atividades on-line e os projetos: um computador com internet por dupla. Os projetos em Python funcionam no **Google Colab**, no navegador, ou com o Python instalado no computador.

COMBINADOS DA TURMA

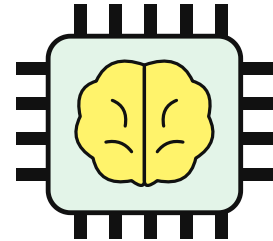
- Use dados inventados, públicos ou coletados com autorização.
- Não coloque nome completo, endereço, fotos ou senhas em ferramentas de IA.
- Não fotografe nem grave colegas sem autorização.
- Confira a idade mínima dos serviços; se não tiver, use a conta da turma com o professor.
- Confira em outra fonte qualquer informação dada por uma IA.
- Declare sempre quando usar IA em um trabalho.

AUTORIA

Sobre a autora. Júlia Roberta Quoos Alves é professora de computação e formadora de professores, com pesquisa em inteligência artificial e acessibilidade. Outros materiais para estudantes e professores estão em ohtopico.com.br.

CAPÍTULO 1

O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?



A IA no seu dia a dia, de onde ela veio e o que ela consegue (e não consegue) fazer.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- reconhecer a inteligência artificial em situações do cotidiano;
- conhecer marcos da história da IA;
- diferenciar IA estreita de IA geral;
- separar mitos de fatos sobre a IA.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

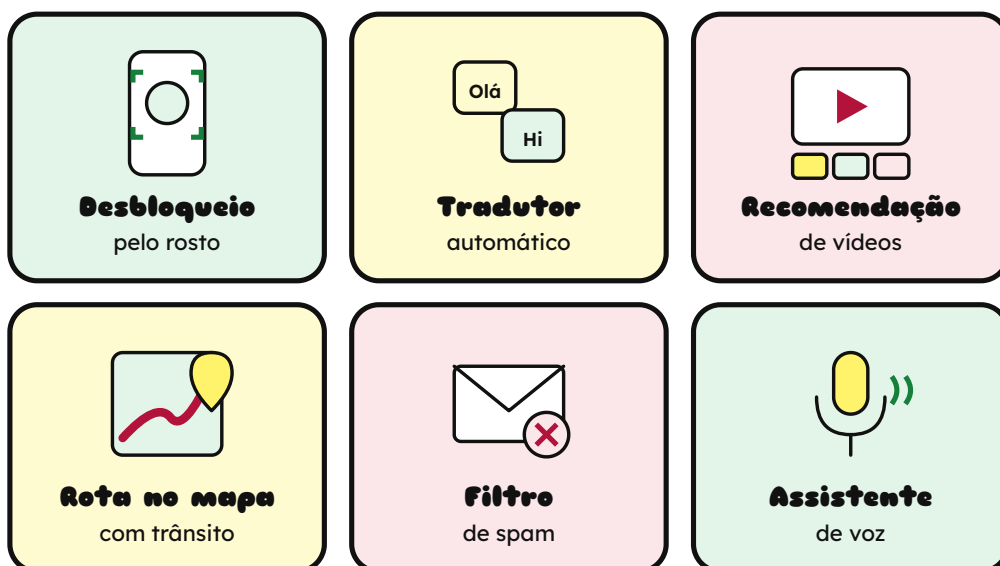
EF09CO07

EF06CO05

Ensino Médio: cultura digital

IA NO SEU DIA A DIA

Você provavelmente usou inteligência artificial hoje, mesmo sem perceber. Ela está no celular que desbloqueia ao reconhecer seu rosto, no aplicativo de mapas que desvia do trânsito, no filtro que separa mensagens indesejadas e na plataforma que sugere o próximo vídeo.



IA NO COTIDIANO. Em todos esses exemplos, um programa aprendeu padrões com muitos dados.

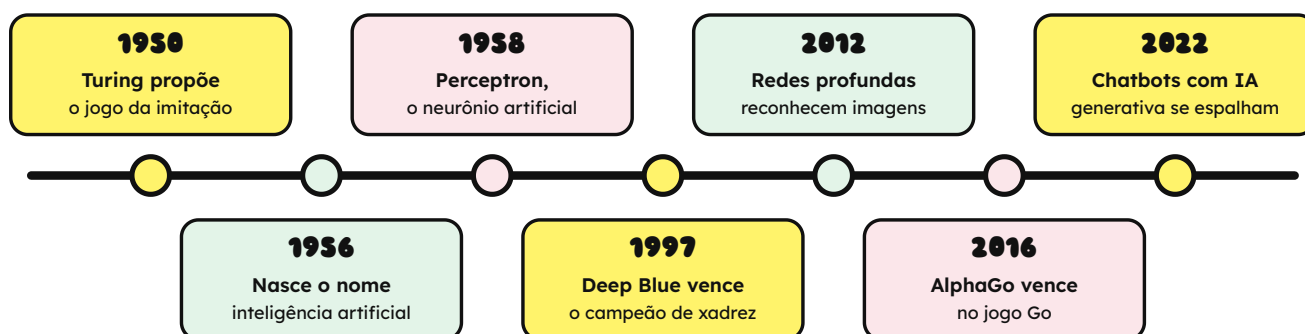
Inteligência artificial (IA) é a área da computação que cria sistemas capazes de realizar tarefas que, quando feitas por pessoas, exigem inteligência: reconhecer imagens e sons, entender e produzir textos, fazer previsões, recomendar e tomar decisões.

A maior parte da IA atual funciona de um jeito parecido: em vez de receber todas as regras de um programador, o sistema **aprende padrões a partir de exemplos**. Esse jeito de construir programas se chama **aprendizado de máquina** e será o assunto principal desta apostila.

PARA PENSAR

Uma calculadora resolve contas difíceis muito mais rápido do que qualquer pessoa. Ela é inteligente? E um aplicativo que reconhece a música que está tocando? Converse com a turma: o que uma máquina precisa fazer para ser chamada de inteligente?

UM POUCO DE HISTÓRIA



LINHA DO TEMPO. Alguns marcos da inteligência artificial.

Em **1950**, o matemático inglês **Alan Turing** publicou um artigo com a pergunta “as máquinas podem pensar?”. Ele propôs o **jogo da imitação**, hoje chamado de **teste de Turing**: uma pessoa conversa por escrito com um humano e com uma máquina, sem ver nenhum dos dois. Se ela não conseguir dizer qual é a máquina, a máquina passa no teste.

O nome **inteligência artificial** foi criado por John McCarthy e colegas para um encontro de pesquisadores na Universidade de Dartmouth, nos Estados Unidos, em **1956**. Em 1958, Frank Rosenblatt apresentou o **Perceptron**, um modelo simples de neurônio artificial que você vai programar no Capítulo 11.

A história da IA teve fases de muito entusiasmo e fases de desânimo, chamadas de **invernos da IA**, quando as promessas não se cumpriam e o dinheiro para pesquisa diminuía. A virada recente aconteceu por três motivos ao mesmo tempo: **muitos dados** disponíveis na internet, **computadores muito mais rápidos** e **algoritmos melhores**, em especial as redes neurais profundas.

VOCÊ SABIA?

Em 1966, Joseph Weizenbaum criou o **ELIZA**, um programa que imitava uma conversa usando apenas regras simples, como repetir a frase da pessoa em forma de pergunta. Mesmo assim, muitas pessoas achavam que o programa as entendia. Esse efeito, de atribuir compreensão a uma máquina que só segue padrões, existe até hoje.

IA ESTREITA E IA GERAL

Toda IA que existe hoje é chamada de **IA estreita** (ou fraca): ela faz muito bem uma tarefa ou um grupo de tarefas, mas não tem consciência, vontades nem compreensão do mundo como uma pessoa. Um sistema que joga xadrez melhor que qualquer campeão não sabe atravessar a rua.

A **IA geral** seria um sistema capaz de aprender e resolver qualquer tipo de problema como um ser humano. Ela aparece em filmes e é tema de debate entre cientistas, mas ainda não existe.

MITOS E FATOS

MITO	FATO
A IA pensa e sente como uma pessoa.	A IA calcula padrões a partir de dados. Ela não tem sentimentos nem intenções.
A IA nunca erra.	A IA erra, às vezes com muita confiança. Por isso suas respostas precisam ser conferidas.
A IA é neutra, porque é uma máquina.	A IA aprende com dados produzidos por pessoas e pode repetir preconceitos que estão nesses dados.
A IA aprende sozinha, sem ninguém.	Pessoas escolhem os dados, o objetivo, o modelo e decidem como ele será usado.
Só especialistas podem entender a IA.	As ideias principais podem ser entendidas por qualquer estudante, como você verá nesta apostila.

MÃO NA MASSA: IA OU NÃO É IA?

MÃO NA MASSA

Em grupos, listem dez aparelhos, aplicativos ou serviços que vocês usam. Para cada um, respondam: ele **aprende com dados** ou só **segue regras fixas**? Que dados ele usa? Quem se beneficia com ele? Montem um cartaz com duas colunas e apresentem para a turma os casos em que o grupo teve dúvida.

EXERCÍCIOS

- 1 Com suas palavras, explique o que é inteligência artificial.

- 2 Marque os exemplos que usam inteligência artificial:

- a. calculadora que soma dois números;
- b. celular que separa as fotos pelo rosto das pessoas;
- c. tradutor que converte uma frase falada para o inglês;
- d. despertador que toca sempre às 6h30;
- e. aplicativo de música que sugere canções parecidas com as que você ouve.

- 3 O que Alan Turing propôs em 1950 com o “jogo da imitação”?

- 4 Qual é a diferença entre a IA que existe hoje (IA estreita) e a ideia de uma IA geral?

- 5 Escolha um exemplo de IA que você usa e escreva: o que ele faz, que dados ele usa e o que poderia dar errado.

- 6 Pesquise e explique por que a vitória do AlphaGo em 2016 foi considerada mais difícil do que a do Deep Blue em 1997. **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO-02.TXT



CAPÍTULO 2

DADOS: A MATÉRIA-PRIMA DA IA

O que são dados, como organizá-los em tabelas e por que a qualidade dos dados decide a qualidade da IA.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- diferenciar dado, informação e conhecimento;
- reconhecer tipos de dados;
- organizar exemplos em uma tabela com atributos e rótulo;
- avaliar a qualidade e a origem de um conjunto de dados.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF06CO01

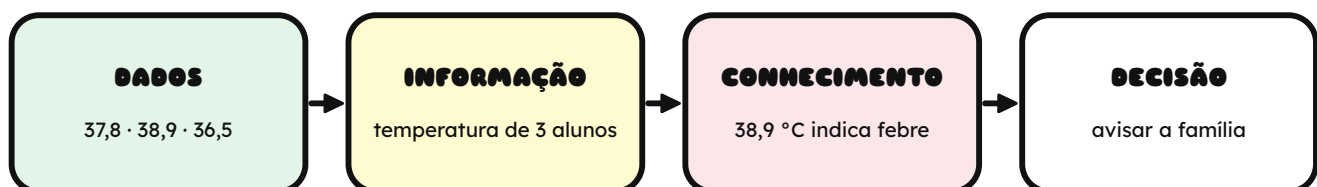
EF06CO08

EF08CO08

Ensino Médio: dados e privacidade

DADO, INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO

Dado é qualquer registro: um número, uma palavra, uma foto, um som, um clique. Sozinho, um dado diz pouco. Quando é organizado e ganha contexto, vira **informação**. Quando relacionamos informações e tiramos conclusões, produzimos **conhecimento**, que ajuda a tomar **decisões**.



DO DADO À DECISÃO. A IA trabalha principalmente na passagem dos dados para o conhecimento.

TIPOS DE DADOS

TIPO	EXEMPLOS	COMO A IA USA
Números	altura, temperatura, nota, preço	Faz contas, compara, calcula distâncias.
Categorias	turno, cor, tipo de fruta	Agrupar e transformar cada categoria em um código.
Verdadeiro ou falso	tem irmãos? está chovendo?	Usa como 1 (sim) e 0 (não).
Texto	mensagens, livros, comentários	Quebra em pedaços (tokens) e transforma em números.
Imagem	fotos, desenhos, exames médicos	Lê a cor de cada pixel como números.
Som	voz, música, ruídos	Mede a vibração do ar muitas vezes por segundo.

VOCÊ SABIA?

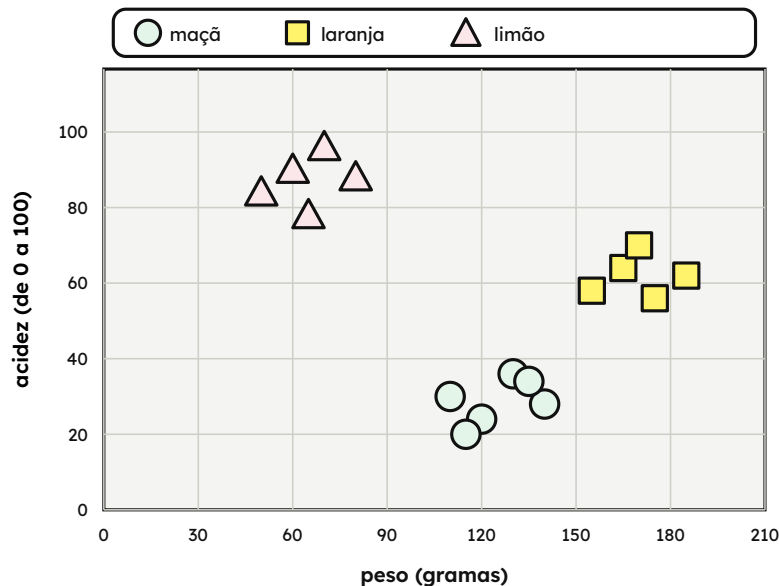
Para o computador, **tudo vira número**. Uma foto é uma grade de números (a cor de cada ponto), um som é uma sequência de números (a vibração do ar) e um texto é uma sequência de códigos. É por isso que a mesma matemática serve para analisar imagens, sons e palavras.

ORGANIZANDO DADOS EM TABELAS

Para treinar uma IA, costumamos organizar os exemplos em uma tabela. Cada **linha** é um exemplo, e cada **coluna** é uma característica, chamada de **atributo**. Quando queremos que a IA aprenda a dar uma resposta, incluímos uma coluna com essa resposta: o **rótulo**.

PESO (G)	ACIDEZ (0 A 100)	COR DA CASCA	FRUTA (RÓTULO)
120	24	vermelha	maçã
165	64	laranja	laranja
70	96	verde	limão
140	28	verde	maçã
185	62	laranja	laranja
60	90	verde	limão

Nessa tabela, **peso**, **acidez** e **cor da casca** são atributos, e **fruta** é o rótulo. Com muitos exemplos assim, uma IA pode aprender a dizer qual é a fruta a partir das medidas. Um jeito de enxergar esses dados é colocá-los em um **gráfico de dispersão**, em que cada fruta vira um ponto:



FRUTAS NO GRÁFICO. Cada grupo ocupa uma região diferente: é esse tipo de padrão que a IA aprende.

QUALIDADE E ORIGEM DOS DADOS

Existe uma expressão famosa na computação: **lixo entra, lixo sai**. Se os dados de treino estiverem errados, incompletos ou desequilibrados, a IA vai aprender errado. Antes de treinar um modelo, confira:

- **Quantidade:** há exemplos suficientes de cada caso?
- **Equilíbrio:** todos os grupos estão representados de forma parecida?
- **Correção:** os rótulos estão certos? Há erros de digitação ou valores impossíveis?
- **Atualidade:** os dados ainda representam a realidade?
- **Origem:** quem coletou os dados, como e com autorização de quem?

ATENÇÃO

Dados pessoais, como nome, endereço, foto, voz e localização, são protegidos pela **Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)**. Dados de crianças e adolescentes exigem cuidado redobrado. Nas atividades desta apostila, use dados inventados, dados públicos ou dados coletados com autorização, e nunca colete informações de colegas sem que eles saibam para que serão usadas.

MÃO NA MASSA: A TURMA EM DADOS

MÃO NA MASSA

1. Em grupos, escolham uma pergunta que a turma possa responder com dados, sem expor ninguém. Exemplos: “Que tipo de lanche a turma prefere?” ou “Quanto tempo levamos para chegar à escola?”.
2. Definam os atributos (colunas) e o tipo de cada um: número, categoria, texto ou verdadeiro/falso.
3. Coletem as respostas de forma anônima, em papel ou em um formulário.
4. Montem a tabela, procurem erros e valores estranhos e decidam o que fazer com eles.
5. Apresentem uma informação e uma conclusão tiradas da tabela. Que decisão a turma poderia tomar com ela?

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Pesquise o portal de dados abertos do governo federal (dados.gov.br) ou o do IBGE e encontre um conjunto de dados sobre sua cidade ou sobre o Rio Grande do Sul. Identifique os atributos, os tipos de dados e uma pergunta que esses dados ajudam a responder. Que cuidado é preciso para não tirar conclusões apressadas?

EXERCÍCIOS

- 1 Qual é a diferença entre dado e informação? Dê um exemplo.

- 2 Classifique cada dado como **número**, **texto**, **categoria** ou **verdadeiro/falso**:
 - a. altura de um estudante em centímetros;
 - b. turno (manhã, tarde ou noite);
 - c. comentário escrito em uma avaliação;
 - d. tem irmãos? (sim ou não);
 - e. nota de 0 a 10.
- 3 Em uma tabela de dados para treinar uma IA, o que são os **atributos** e o que é o **rótulo**?

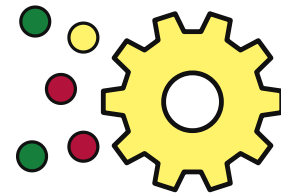
- 4 Cite três problemas que podem deixar um conjunto de dados com baixa qualidade.

- 5 Uma escola quer criar uma IA para prever quais estudantes precisam de reforço. Que dados seriam úteis? Que dados não deveriam ser usados? Por quê?

- 6 O que diz a LGPD sobre dados de crianças e adolescentes? **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO 3

COMO A MÁQUINA APRENDE



Aprender com exemplos em vez de receber regras prontas, e os três jeitos principais de aprender.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- comparar programação tradicional e aprendizado de máquina;
- entender o que é treinar um modelo;
- diferenciar aprendizado supervisionado, não supervisionado e por reforço;
- reconhecer problemas de classificação e de regressão.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF06CO05

EF06CO06

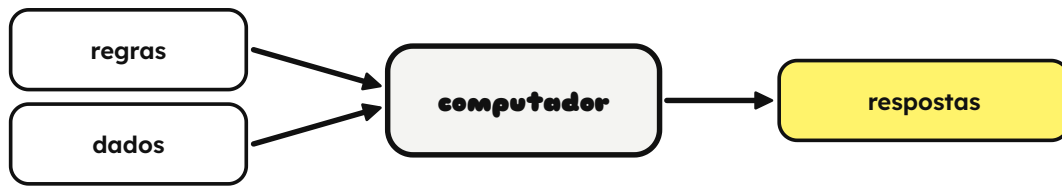
EF06CO01

Ensino Médio: modelagem

REGRAS OU EXEMPLOS?

Imagine escrever um programa que diga se uma foto mostra um gato. Que regras você usaria? “Tem orelhas pontudas”? Raposas também têm. “Tem bigodes”? Cães também têm. E se o gato estiver de costas, no escuro ou meio escondido? Escrever todas as regras é praticamente impossível.

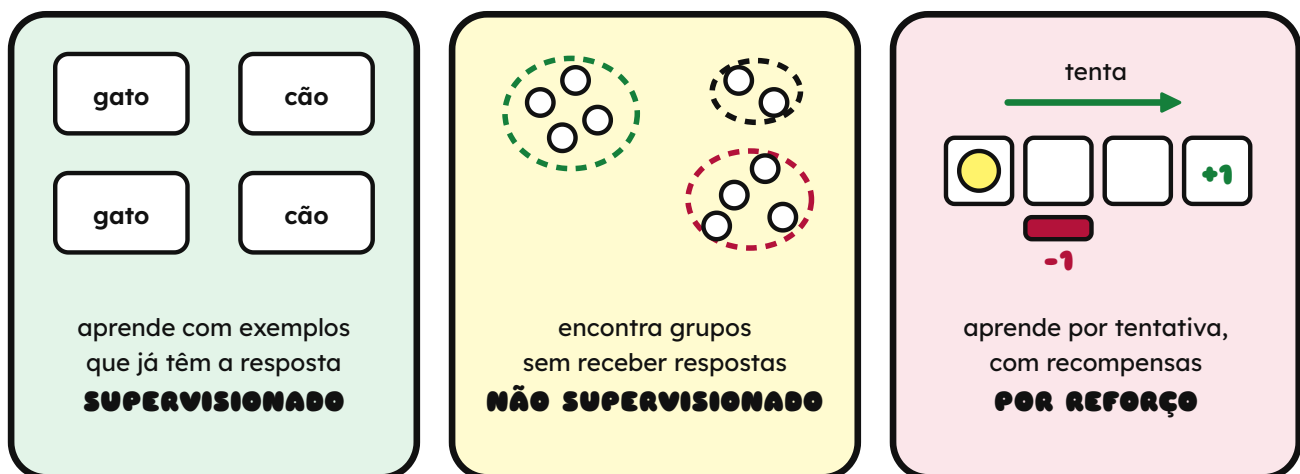
O aprendizado de máquina resolve esse problema de outro jeito: em vez de escrevermos as regras, mostramos **muitos exemplos com as respostas** e deixamos o computador **descobrir os padrões**. O resultado desse processo é um **modelo**, que depois é usado para responder a casos novos.

Programação tradicional**Aprendizado de máquina**

DUAS FORMAS DE PROGRAMAR. No aprendizado de máquina, as regras são o resultado, e não o ponto de partida.

AS TRÊS ETAPAS: TREINAR, TESTAR, USAR

ETAPA	O QUE ACONTECE	EXEMPLO DAS FRUTAS
Treinar	O algoritmo analisa muitos exemplos com respostas e ajusta o modelo.	Recebe centenas de frutas medidas e identificadas.
Testar	O modelo responde a exemplos que não viu no treino; comparamos com as respostas certas.	Acerta 47 de 50 frutas novas.
Usar	O modelo responde a casos reais, sem resposta conhecida.	Separa frutas em uma esteira de uma cooperativa.

TRÊS JEITOS DE APRENDER**TIPOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA.**

APRENDIZADO SUPERVISIONADO

O modelo aprende com exemplos que **já têm a resposta** (o rótulo), como se tivesse um professor corrigindo. É o tipo mais comum. Ele resolve dois tipos de problema:

- **Classificação:** a resposta é uma categoria. Esta fruta é maçã, laranja ou limão? Este e-mail é spam ou não?
- **Regressão:** a resposta é um número. Quantos milímetros vai chover amanhã? Quanto vai custar esta casa?

APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO

Os exemplos **não têm resposta**. O modelo procura sozinho grupos de coisas parecidas, chamados de **agrupamentos**. Lojas usam isso para separar clientes com hábitos parecidos; plataformas de música, para juntar canções com características semelhantes.

APRENDIZADO POR REFORÇO

Um **agente** aprende por **tentativa e erro**: ele age em um ambiente, recebe **recompensas** quando acerta e **punições** quando erra, e aos poucos descobre que ações dão mais pontos. É assim que programas aprenderam a jogar videogames e jogos de tabuleiro, e que robôs aprendem a andar em simulações.

VOCÊ SABIA?

Os chatbots atuais combinam vários tipos de aprendizado. Primeiro, aprendem a prever palavras lendo uma enorme quantidade de textos. Depois, pessoas avaliam respostas, e o modelo é ajustado por reforço para dar respostas mais úteis e seguras. Você vai conhecer essa ideia no Capítulo 8.

MÃO NA MASSA: ENSINANDO A TURMA

MÃO NA MASSA

1. O professor escolhe uma regra secreta para separar palavras em dois grupos (por exemplo: palavras com a letra R e palavras sem a letra R).
2. Ele escreve no quadro dez palavras já classificadas: esses são os **exemplos de treino**.
3. Em duplas, vocês tentam descobrir a regra. Não vale perguntar.
4. O professor mostra cinco palavras novas, e cada dupla classifica: esse é o **teste**.
5. Conversem: quantos exemplos foram necessários? Alguma dupla descobriu uma regra diferente, que também funcionava no treino, mas falhou no teste?

PARA PENSAR

Na atividade, vocês fizeram o papel do algoritmo. Com poucos exemplos, várias regras diferentes podiam explicar o treino. O que isso diz sobre a importância de ter **muitos exemplos variados**?

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Na regressão mais simples, a **regressão linear**, o modelo procura a reta $y = a \cdot x + b$ que passa mais perto de todos os pontos. Pesquise como o método dos **mínimos quadrados** define o que é “mais perto” e calcule, com uma planilha, a reta que relaciona horas de estudo e nota em um conjunto de dados inventado pela turma.

EXERCÍCIOS

- 1 Explique a diferença entre a programação tradicional e o aprendizado de máquina.

- 2 Classifique cada situação como aprendizado **supervisionado**, **não supervisionado** ou **por reforço**:

- a. ensinar a reconhecer cães e gatos com milhares de fotos já identificadas;
- b. separar clientes de uma loja em grupos parecidos, sem saber os grupos antes;
- c. um robô que aprende a andar ganhando pontos quando avança e perdendo quando cai;
- d. prever o preço de uma casa a partir de casas vendidas com preço conhecido.

- 3 O que é um **modelo** em aprendizado de máquina?

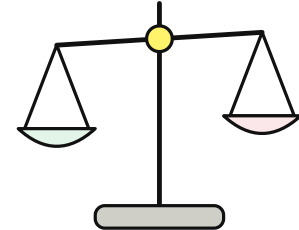
- 4 Por que é difícil escrever à mão as regras para reconhecer um gato em uma foto?

- 5 Dê um exemplo de problema de **classificação** e um de **regressão**.

- 6 No aprendizado por reforço, o que pode acontecer se a recompensa for mal escolhida? Dê um exemplo. **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO 4

CLASSIFICAR: ÁRVORES E VIZINHOS



Dois algoritmos clássicos para separar exemplos em categorias, que você consegue executar com lápis e papel.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- construir e usar uma árvore de decisão;
- classificar com o método dos vizinhos mais próximos;
- calcular distâncias entre pontos;
- comparar os acertos de dois métodos.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF09CO01

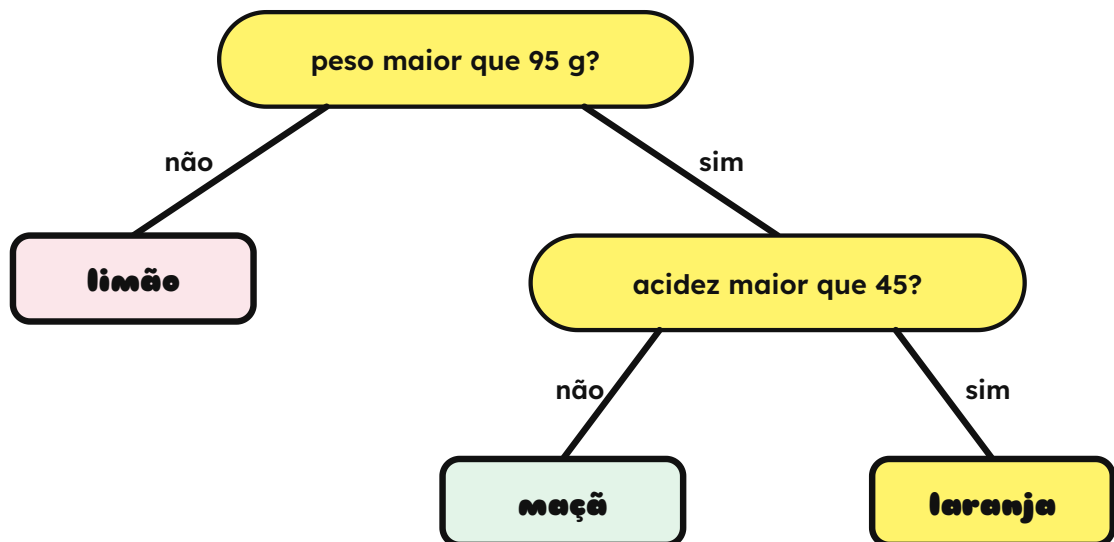
EF06CO02

EF06CO04

Ensino Médio: algoritmos

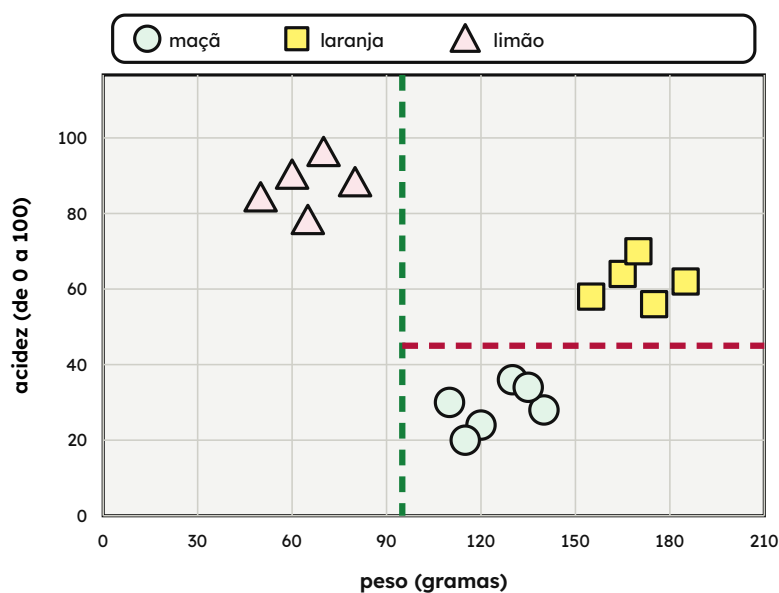
ÁRVORES DE DECISÃO

Uma **árvore de decisão** é uma sequência de perguntas de sim ou não. Começamos pela pergunta de cima, chamada de **raiz**, e seguimos o caminho da resposta até chegar a uma **folha**, que traz a classificação. Você já usou algo parecido no jogo de adivinhar em que só se pode perguntar “sim” ou “não”.



ÁRVORE DE DECISÃO DAS FRUTAS. Ela foi montada observando o gráfico do Capítulo 2.

Compare a árvore com o gráfico de dispersão. Cada pergunta equivale a uma linha que corta o gráfico: a primeira separa os limões, leves, das outras frutas; a segunda separa as maçãs, menos ácidas, das laranjas.



CADA PERGUNTA CORTA O GRÁFICO. A linha verde é a primeira pergunta; a vermelha, a segunda.

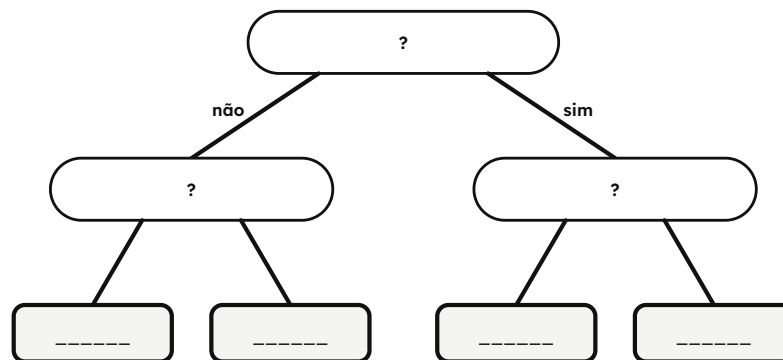
VOCÊ SABIA?

Na computação, as árvores são desenhadas de cabeça para baixo: a raiz fica em cima e as folhas, embaixo. Algoritmos de aprendizado de máquina conseguem montar árvores sozinhos, escolhendo, a cada passo, a pergunta que melhor separa os exemplos de treino. Quando juntamos centenas de árvores e fazemos uma votação, temos uma **floresta aleatória**.

MÃO NA MASSA: MONTE SUA ÁRVORE

Use a tabela abaixo para construir uma árvore de decisão que separe os animais nos quatro grupos. Escreva uma pergunta em cada nó e o grupo em cada folha.

ANIMAL	TEM PENAS?	VIVE NA ÁGUA?	MAMA QUANDO FILHOTE?	GRUPO
galinha	sim	não	não	ave
pato	sim	sim	não	ave
cachorro	não	não	sim	mamífero terrestre
boto	não	sim	sim	mamífero aquático
cavalo	não	não	sim	mamífero terrestre
lambari	não	sim	não	peixe



SUA ÁRVORE. Dica: comece pela pergunta que separa mais animais.

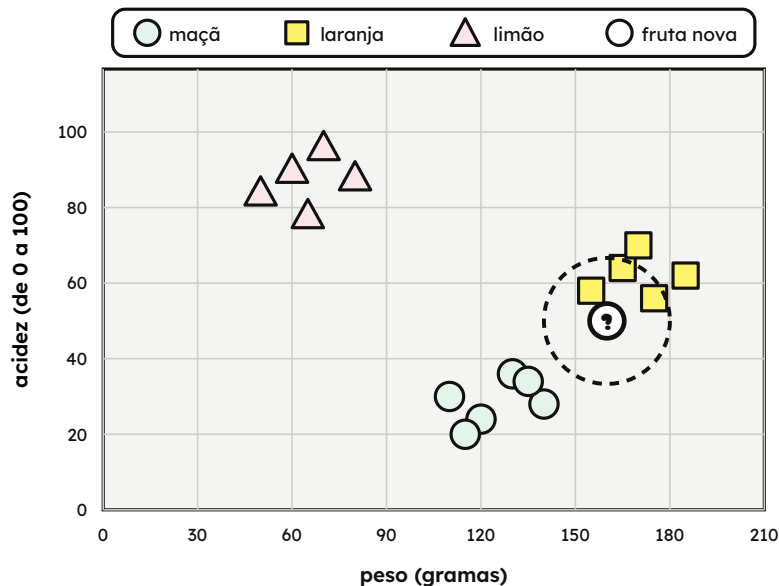
PARA PENSAR

Existe só uma árvore certa? Compare a sua com a de outra dupla. Agora acrescente o **pinguim** (tem penas, vive na água e na terra, não mama) e o **jacaré** (não tem penas, vive na água e na terra, não mama). A árvore continua funcionando? Que grupo ou pergunta precisaria ser criado?

VIZINHOS MAIS PRÓXIMOS

Outro jeito de classificar é olhar para os exemplos **parecidos**. O método dos **k vizinhos mais próximos** (em inglês, *k-nearest neighbors*, ou **k-NN**) funciona assim:

1. coloque a fruta nova no gráfico;
2. encontre os **k** exemplos de treino mais próximos dela (por exemplo, $k = 3$);
3. veja qual é a categoria mais comum entre esses vizinhos;
4. essa é a resposta: a maioria vence.



FRUTA NOVA COM 160 G E ACIDEZ 50. Os três vizinhos mais próximos são laranjas, então a resposta é laranja.

COMO MEDIR A DISTÂNCIA

Para saber quem está mais perto, calculamos a distância entre dois pontos com o **teorema de Pitágoras**: a diferença no eixo horizontal e a diferença no eixo vertical são os catetos, e a distância é a hipotenusa.

$$\text{distância} = \text{raiz de } [(\text{peso1} - \text{peso2})^2 + (\text{acidez1} - \text{acidez2})^2]$$

Por exemplo, entre a fruta nova (160, 50) e uma laranja em (155, 58): a raiz de $(5^2 + 8^2) = \text{raiz de } 89$, que dá cerca de 9,4.

EXEMPLO DE TREINO	DIFERENÇA DE PESO	DIFERENÇA DE ACIDEZ	DISTÂNCIA
laranja (155, 58)	5	8	9,4
laranja (175, 56)	15	6	16,2
laranja (165, 64)	5	14	14,9
maçã (140, 28)	20	22	29,7
limão (80, 88)	80	38	88,6

MÃO NA MASSA

k-NN no pátio. Desenhem dois eixos no chão com giz ou fita. Cada estudante recebe um cartão com uma fruta e suas medidas e fica de pé no ponto certo. O professor coloca uma “fruta misteriosa” no gráfico. Os três estudantes mais próximos dão um passo à frente e dizem sua fruta. Repitam com $k = 1$ e com $k = 5$: a resposta muda?

	ÁRVORE DE DECISÃO	VIZINHOS MAIS PRÓXIMOS
Como decide	Responde a perguntas em sequência.	Olha os exemplos mais parecidos.
Vantagem	É fácil de explicar: dá para ver cada pergunta.	Não precisa montar regras; basta guardar os exemplos.
Cuidado	Árvores muito grandes decoram o treino.	Fica lento com milhões de exemplos e depende da escala dos atributos.

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Os dois métodos podem ser programados em poucas linhas. Nos Projetos 3 e 4 (Capítulo 11), você vai escrever em Python a árvore das frutas e o k-NN, e comparar qual deles acerta mais em um mesmo conjunto de teste.

EXERCÍCIOS

- Use a árvore de decisão das frutas para classificar:
 - uma fruta com 75 g e acidez 88;
 - uma fruta com 125 g e acidez 30;
 - uma fruta com 180 g e acidez 60.
- Um limão muito grande, com 100 g e acidez 92, foi classificado pela árvore como laranja. Por que a árvore errou? Como você mudaria a árvore?

- No método dos vizinhos mais próximos com $k = 3$, uma fruta nova tem como vizinhos: laranja, laranja e maçã. Qual será a classificação?

- Por que costumamos escolher um valor **ímpar** para k quando há duas categorias?

- Calcule a distância entre os pontos (3, 4) e (0, 0). Que teorema você usou?

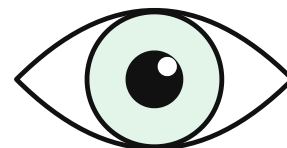
- No k-NN, se o peso estivesse em gramas (de 50 a 200) e o tamanho em metros (de 0,05 a 0,10), que atributo dominaria a distância? Como resolver? **ENSINO MÉDIO**

CAPITULO-03.TXT



CAPÍTULO 3

TREINAR, TESTAR E MEDIR



Como saber se um modelo aprendeu de verdade, como medir seus acertos e por que decorar não é aprender.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- separar dados de treino e de teste;
- calcular a acurácia de um modelo;
- ler uma matriz de confusão;
- reconhecer o sobreajuste;
- treinar um modelo de imagens no Teachable Machine.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF07CO02

EF07CO03

EF08CO04

Ensino Médio: avaliação de modelos

TREINO E TESTE

Quando estudamos para uma prova, o professor não repete na prova os mesmos exercícios da lista: se fizesse isso, quem decorou as respostas tiraria nota máxima sem ter aprendido. Com a IA é igual. Separamos os exemplos em dois grupos: os de **treino**, com os quais o modelo aprende, e os de **teste**, guardados para avaliar o modelo no final.

Todos os exemplos (100 fotos)



treino: 80 fotos
o modelo aprende com elas

teste: 20 fotos
guardadas para a prova

SEPARAÇÃO COMUM: 80% PARA TREINO E 20% PARA TESTE.

ACURÁCIA

A medida mais simples é a **acurácia**: a porcentagem de acertos no conjunto de teste.

$$\text{acurácia} = \text{acertos} \div \text{total de exemplos de teste} \times 100$$

Se um modelo acertou 18 de 20 fotos de teste, a acurácia é $18 \div 20 = 0,9$, ou seja, **90%**.

A MATRIZ DE CONFUSÃO

A acurácia sozinha pode enganar. Imagine um detector de mensagens de golpe testado com 100 mensagens, das quais 20 eram golpes e 80 eram normais. A **matriz de confusão** mostra onde o modelo acerta e onde ele se confunde:

	MODELO DISSE: GOLPE	MODELO DISSE: NORMAL
Era golpe (20)	15 acertos	5 golpes que passaram
Era normal (80)	4 alarmes falsos	76 acertos

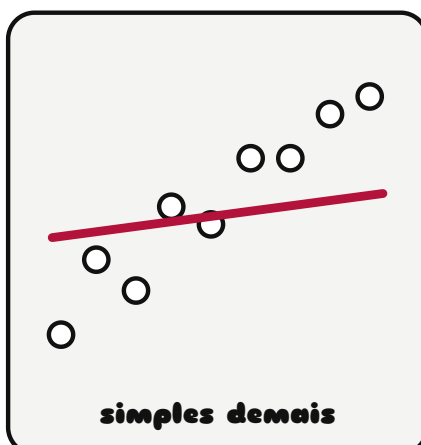
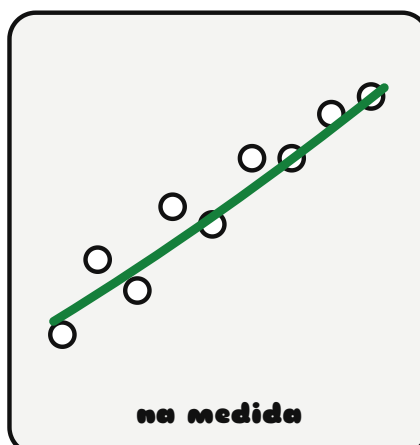
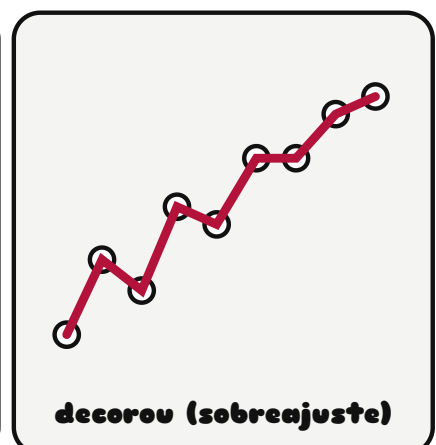
A acurácia é $(15 + 76) \div 100 = 91\%$. Parece ótimo, mas o modelo deixou passar **5 golpes**, chamados de **falsos negativos**, e marcou como golpe **4 mensagens normais**, os **falsos positivos**. Agora pense em um modelo preguiçoso, que diz “normal” para todas as mensagens: ele acertaria 80 de 100 (80% de acurácia) sem detectar nenhum golpe.

ATENÇÃO

Um bom resultado no teste não garante que o modelo funcionará bem com todas as pessoas e em todas as situações. Sempre pergunte: **com que dados ele foi testado?** O teste representa quem vai usar o sistema de verdade?

DECORAR NÃO É APRENDER

Quando um modelo se ajusta demais aos exemplos de treino, ele “decora” até os detalhes sem importância e os erros de medição. Ele vai muito bem no treino e mal no teste. Isso se chama **sobreajuste** (em inglês, *overfitting*). O contrário também é um problema: um modelo simples demais não aprende nem o padrão principal.



SIMPLES DEMAIS, NA MEDIDA E SOBREAJUSTE.

- **Mais dados e mais variados** ajudam o modelo a aprender o padrão geral.
- **Modelos mais simples** decoram menos.
- **Testar com dados novos** é a única forma de descobrir o sobreajuste.

MÃO NA MASSA: TEACHABLE MACHINE

O **Teachable Machine** (teachablemachine.withgoogle.com) é uma ferramenta gratuita para treinar modelos de imagem, som ou pose no navegador, sem programar. O treino acontece no próprio computador, e não é preciso criar conta para treinar e testar.

MÃO NA MASSA

1. Abra o site, escolha **Projeto de imagem** e crie três classes: **pedra**, **papel** e **tesoura**.
2. Com a câmera, grave cerca de 50 fotos de cada gesto. Varie a posição da mão.
3. Clique em **Treinar modelo** e aguarde.
4. Teste com a sua mão e anote, em uma tabela, quantos acertos o modelo teve em 10 tentativas de cada gesto.
5. Agora peça a um colega para testar, com outra mão, outra roupa e outro fundo. A acurácia mudou?
6. Melhore o modelo: acrescente exemplos com outras mãos, fundos e iluminações. Treine de novo e compare os resultados.

ATENÇÃO

Use apenas imagens das mãos, sem mostrar o rosto. Não salve nem publique fotos de colegas sem autorização. Ao terminar, feche a página: as imagens não ficam guardadas se você não salvar o projeto.

PARA PENSAR

O que aconteceria se o modelo tivesse sido treinado só com as mãos de uma pessoa? E se todas as fotos de “tesoura” tivessem um fundo diferente das outras? O modelo aprenderia o gesto ou o fundo?

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Além da acurácia, calcule a **precisão** (dos casos que o modelo disse que eram golpe, quantos eram?) e a **revocação** (dos golpes que existiam, quantos o modelo encontrou?). Em que tipo de sistema é mais importante ter alta revocação? E alta precisão? Pense em exames médicos, filtros de spam e sistemas de segurança.

EXERCÍCIOS

- 1 Por que não podemos testar um modelo com os mesmos exemplos usados no treino?

- 2 Um modelo acertou 45 de 60 exemplos de teste. Qual é a acurácia?

- 3 O que é sobreajuste? Dê um exemplo da vida escolar.

- 4 No Teachable Machine, um modelo treinado só com fotos tiradas em uma sala clara começou a errar em uma sala escura. O que aconteceu? Como melhorar?

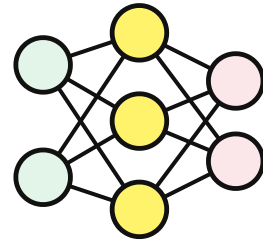
- 5 Com a matriz de confusão do detector de golpes, calcule quantas mensagens o modelo classificou como golpe e quantas delas eram golpes de verdade.

- 6 Calcule a **precisão** ($15 \div 19$) e a **revocação** ($15 \div 20$) do detector de golpes. Em um detector de golpes, qual erro é mais grave: falso positivo ou falso negativo? Justifique. **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO 6

REDES NEURAIS

Como um neurônio artificial faz contas, como muitos neurônios formam uma rede e o que significa aprendizado profundo.



NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- entender o funcionamento de um neurônio artificial;
- calcular a saída de um neurônio;
- reconhecer camadas em uma rede neural;
- compreender, de forma geral, como uma rede é treinada.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF06CO02

EF06CO06

EF09CO03

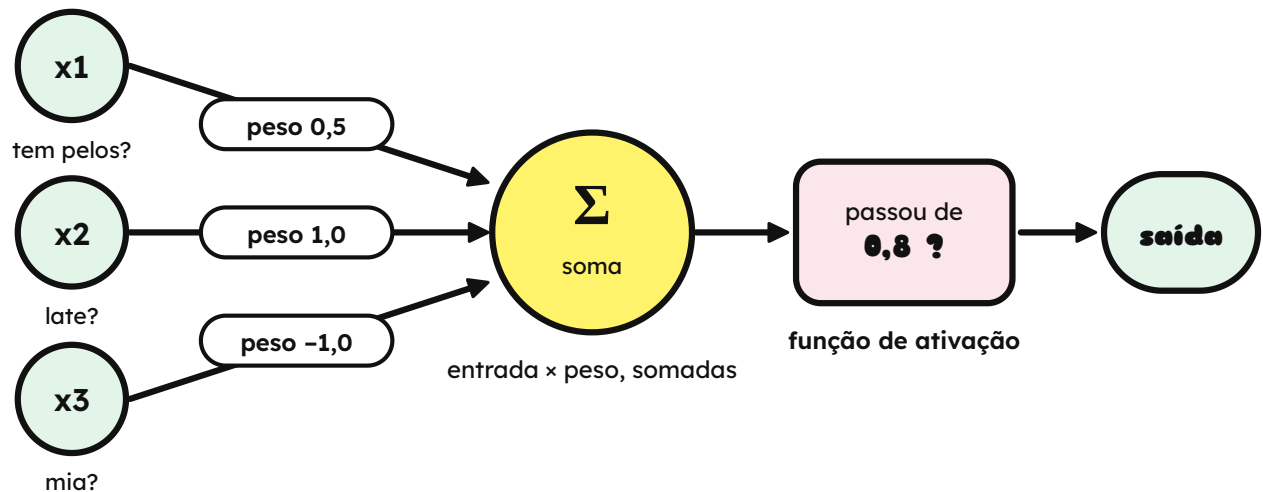
Ensino Médio: funções e modelos

INSPIRAÇÃO NO CÉREBRO

O cérebro humano tem cerca de 86 bilhões de neurônios. Cada um recebe sinais de outros neurônios e, se a soma desses sinais for forte o bastante, dispara e envia um sinal adiante. Os pesquisadores da IA se inspiraram nessa ideia, de forma muito simplificada, para criar o **neurônio artificial**. A inspiração não quer dizer que a rede neural funcione como um cérebro: ela é um modelo matemático, que multiplica, soma e compara números, sem pensar, sentir ou entender o que calcula.

O NEURÔNIO ARTIFICIAL

Um neurônio artificial recebe **entradas** (números), multiplica cada uma por um **peso**, soma tudo e passa o resultado por uma **função de ativação**, que decide a **saída**. O peso mostra a importância de cada entrada: um peso alto aumenta muito a soma; um peso negativo diminui.



UM NEURÔNIO QUE RESPONDE: É UM CÃO? Entrada 1 significa sim e 0 significa não.

FAZENDO AS CONTAS

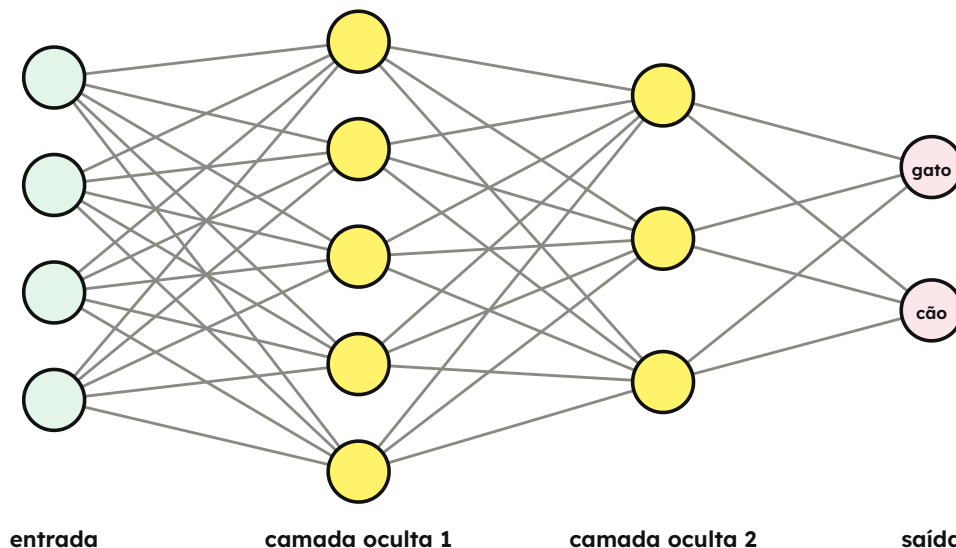
ANIMAL	PELOS = 0,5	LATE = 1,0	MIA = (-1,0)	SOMA	PASSOU DE 0,8?
cão	$1 \times 0,5 = 0,5$	$1 \times 1,0 = 1,0$	$0 \times (-1,0) = 0$	1,5	sim: é cão
gato	$1 \times 0,5 = 0,5$	$0 \times 1,0 = 0$	$1 \times (-1,0) = -1,0$	-0,5	não
papagaio	$0 \times 0,5 = 0$	$0 \times 1,0 = 0$	$0 \times (-1,0) = 0$	0	não

VOCÊ SABIA?

O primeiro neurônio artificial capaz de aprender, o **Perceptron**, foi apresentado por Frank Rosenblatt em 1958. Em 1969, Marvin Minsky e Seymour Papert mostraram que um único Perceptron não resolve certos problemas simples, como o "ou exclusivo". A solução, que só se popularizou décadas depois, foi juntar muitos neurônios em **camadas**.

CAMADAS E REDES

Uma **rede neural** é formada por muitos neurônios organizados em camadas. A **camada de entrada** recebe os dados, as **camadas ocultas** fazem as contas intermediárias e a **camada de saída** dá a resposta. A saída de cada neurônio é a entrada dos neurônios da camada seguinte.



REDE NEURAL EM CAMADAS. Cada linha representa um peso.

Quando a rede tem muitas camadas ocultas, falamos em **aprendizado profundo** (em inglês, *deep learning*). As redes que reconhecem imagens e as que geram textos têm milhões ou até bilhões de pesos. Nas primeiras camadas, elas costumam detectar coisas simples, como bordas e cores; nas camadas seguintes, combinam essas partes em formas mais complexas, como olhos, rodas ou letras.

COMO UMA REDE **APRENDE**

No começo, os pesos são números aleatórios, e a rede erra quase tudo. O treinamento repete muitas vezes três passos:

1. a rede recebe um exemplo e calcula uma resposta;
2. a resposta é comparada com a certa, e calcula-se o **erro**;
3. cada peso é ajustado um pouquinho na direção que diminui o erro.

Depois de milhares ou milhões de repetições, os pesos chegam a valores que fazem a rede acertar a maioria dos exemplos. É isso que significa “treinar” uma rede. No Projeto 6 (Capítulo 11), você vai programar um Perceptron e ver os pesos mudando a cada rodada.

MÃO NA MASSA: A REDE HUMANA

MÃO NA MASSA

1. Cinco estudantes formam uma rede: três são **entradas**, um é a **soma** e um é a **ativação**.
2. Cada entrada recebe um cartão com seu peso (0,5; 1,0 e -1,0). O professor diz as características de um animal (tem pelos? late? mia?).
3. Cada entrada multiplica 1 ou 0 pelo seu peso e diz o resultado à soma, que soma tudo e passa o total à ativação.
4. A ativação diz “é cão” se o total passar de 0,8, e “não é cão” se não passar.
5. Testem com vários animais. Depois, a turma inventa um animal que engane a rede e discute como mudar os pesos.

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

A função de ativação do exemplo é um **degrau**: a saída é 0 ou 1. Redes modernas usam funções suaves, como a **sigmoide**, $\sigma(x) = 1 \div (1 + e^{(-x)})$, que dá valores entre 0 e 1, ou a **ReLU**, que devolve x quando x é positivo e 0 quando é negativo. Desenhe os gráficos das três funções e explique por que uma função suave facilita ajustar os pesos aos poucos.

EXERCÍCIOS

- 1 Quais são as partes de um neurônio artificial?

- 2 Use o neurônio do capítulo (pesos 0,5; 1,0; -1,0 e limite 0,8) para um animal que tem pelos, não late e não mia. Qual é a soma? Qual é a saída?

- 3 O que significa um peso negativo?

- 4 O que é treinar uma rede neural?

- 5 Por que se diz que as redes profundas são difíceis de explicar?

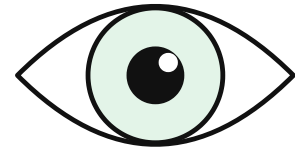
- 6 Um neurônio com duas entradas, pesos 1 e 1 e limite 1,5 recebe 0 ou 1 em cada entrada. Monte a tabela com as quatro combinações e diga que operação lógica ele faz. **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO-07.TXT



CAPÍTULO 7

IA QUE VÊ E QUE OUVI



Como imagens e sons viram números, como a IA reconhece o que há neles e como isso ajuda na acessibilidade.



NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- entender a imagem digital como uma grade de números;
- compreender a ideia de filtro e de detecção de bordas;
- conhecer aplicações de visão computacional e de reconhecimento de fala;
- discutir a IA como tecnologia assistiva.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF06CO01

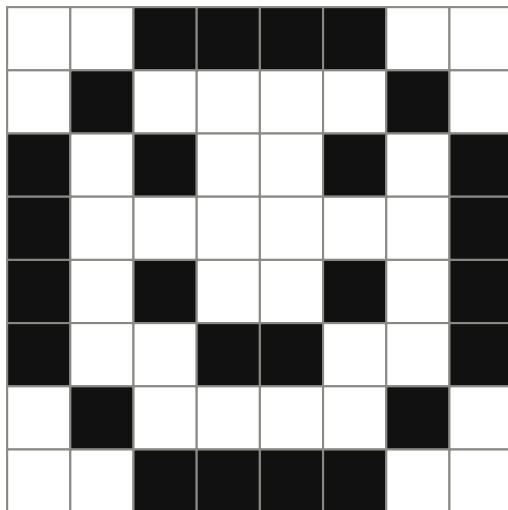
EF07CO01

EF09CO07

Ensino Médio: acessibilidade

IMAGENS SÃO NÚMEROS

Uma imagem digital é formada por pequenos quadrados chamados **pixels**. Em uma imagem em preto e branco, cada pixel guarda um número. No exemplo mais simples, 1 é preto e 0 é branco:



o que nós vemos

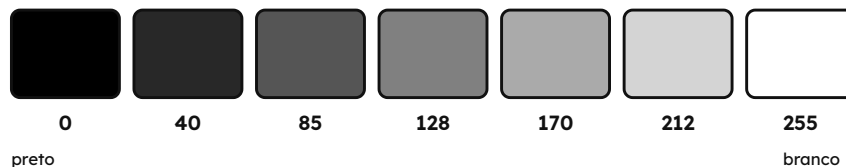


0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	1	1	0	0

o que o computador recebe

O QUE NÓS VEMOS É O QUE O COMPUTADOR RECEBE.

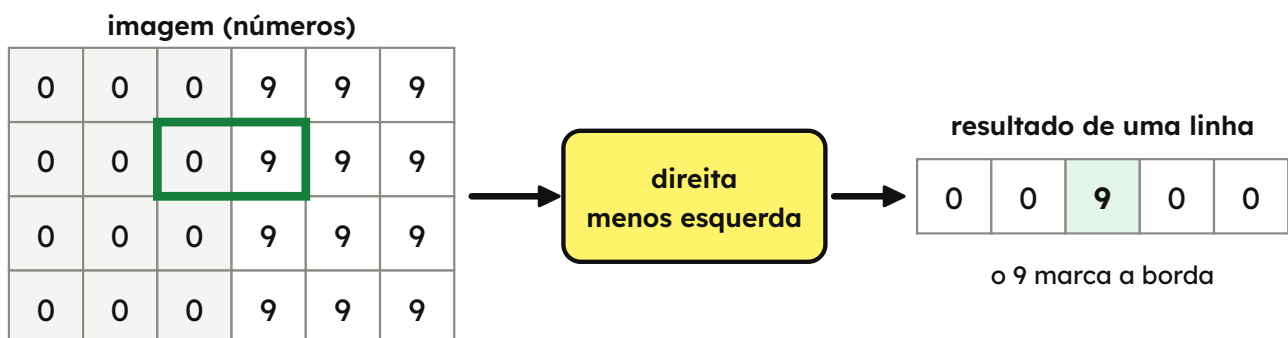
Na prática, cada pixel em tons de cinza recebe um número de **0 (preto) a 255 (branco)**. Nas imagens coloridas, cada pixel tem **três números**: a quantidade de vermelho, de verde e de azul, que misturadas formam todas as cores da tela.



TONS DE CINZA DE 0 A 255.

ENCONTRANDO BORDAS

Para reconhecer um objeto, a IA começa procurando detalhes simples, como as **bordas**, que são os lugares em que a cor muda de repente. Um jeito de encontrá-las é passar um **filtro**: para cada pixel, subtraímos o valor do vizinho da esquerda do valor do vizinho da direita. Onde a imagem é uniforme, o resultado é 0; onde há uma borda, aparece um número grande.



FILTRO DE BORDA. As redes neurais de imagem aprendem sozinhas milhares de filtros como esse.

VOCÊ SABIA?

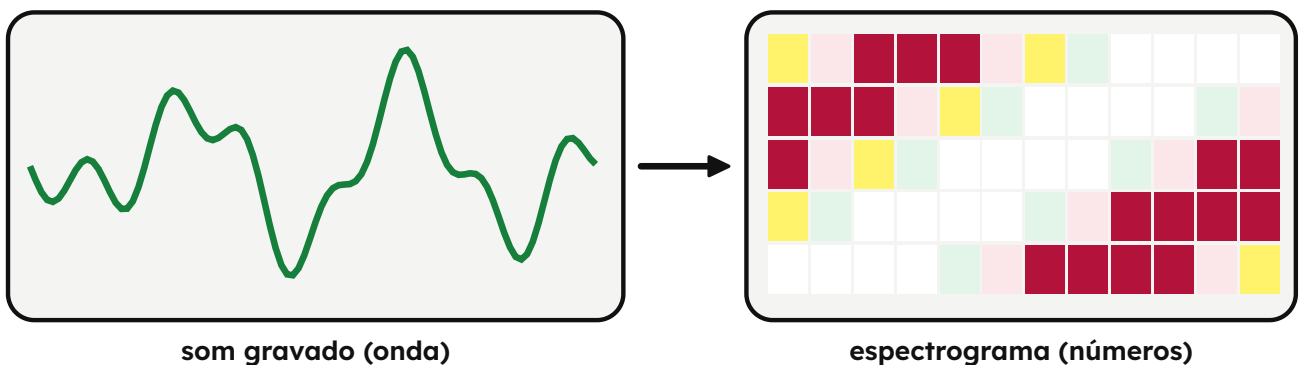
As redes que reconhecem imagens são chamadas de **redes neurais convolucionais**. As primeiras camadas aprendem filtros de bordas e cores; as seguintes combinam bordas em formas; as últimas reconhecem objetos inteiros. Em 2012, uma rede desse tipo venceu com folga uma grande competição de reconhecimento de imagens, e isso marcou a virada do aprendizado profundo.

ONDE A VISÃO COMPUTACIONAL AJUDA

- **Agricultura:** identificar pragas e doenças em folhas a partir de fotos tiradas com o celular.
- **Saúde:** apoiar médicos na leitura de exames de imagem, como radiografias.
- **Trânsito:** ler placas de veículos e contar carros em cruzamentos.
- **Meio ambiente:** detectar queimadas e desmatamento em imagens de satélite.
- **Acessibilidade:** descrever fotos, ler textos em voz alta e identificar cédulas de dinheiro para pessoas cegas ou com baixa visão.

SONS TAMBÉM SÃO NÚMEROS

O som é uma vibração do ar. O microfone mede essa vibração milhares de vezes por segundo e guarda cada medida como um número. Para reconhecer a fala, a IA costuma transformar o som em um **espectrograma**, uma espécie de imagem que mostra a força de cada frequência ao longo do tempo. Depois, uma rede neural aprende a relacionar esses padrões com sons da fala e com palavras.



DO SOM AO ESPECTROGRAMA.

IA E ACESSIBILIDADE

Algumas das aplicações mais transformadoras da IA estão na acessibilidade. Aplicativos descrevem em voz alta o que a câmera do celular mostra, leem rótulos e documentos para pessoas cegas e **legendam automaticamente** vídeos e aulas para pessoas surdas. No Brasil, ferramentas como o **VLibras**, do governo federal, e o **Hand Talk** traduzem textos em português para a **Língua Brasileira de Sinais (Libras)** com avatares.

Pesquisadores também criaram conjuntos de dados com fotos tiradas **por pessoas cegas**, que costumam sair tortas, desfocadas ou escuras, para treinar modelos que funcionem nas condições reais de quem usa. É um bom exemplo de como dados que representam os usuários fazem diferença.

PARA PENSAR

Nada sobre nós sem nós: esse lema do movimento das pessoas com deficiência lembra que as soluções devem ser criadas **com** quem vai usá-las. Por que um aplicativo de acessibilidade testado só por pessoas sem deficiência pode falhar?

MÃO NA MASSA: DESENHE PARA A IA**MÃO NA MASSA**

1. Acesse o **Quick, Draw!** (quickdraw.withgoogle.com). O jogo pede que você desenhe objetos em 20 segundos, enquanto uma rede neural tenta adivinhar o desenho.
2. Jogue uma rodada e anote os desenhos que a IA reconheceu e os que ela não reconheceu.
3. No final, clique nos desenhos para ver exemplos que outras pessoas fizeram. Por que a IA reconhece alguns desenhos tão rápido?
4. Tente enganar a IA: desenhe um objeto de um jeito diferente do comum. O que isso mostra sobre como ela aprendeu?

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Pesquise como funcionam os sistemas de **reconhecimento facial** usados em segurança pública e o debate sobre eles. Organize os argumentos a favor e contra, considerando acurácia, privacidade, erros que afetam grupos diferentes de forma desigual e o direito de circular sem ser identificado.

EXERCÍCIOS

- 1 Como o computador “vê” uma imagem em preto e branco? E uma imagem colorida?

- 2 Uma foto colorida tem 1.000 pixels de largura e 800 de altura. Quantos pixels ela tem? Quantos números são necessários para guardar suas cores?

- 3 Aplique o filtro “direita menos esquerda” à linha de pixels 2, 2, 2, 8, 8. Onde está a borda?

- 4 Cite duas aplicações de visão computacional e duas de reconhecimento de fala.

- 5 Como a IA pode ampliar a autonomia de pessoas com deficiência visual ou auditiva? Dê dois exemplos.

- 6 Um sistema de reconhecimento facial acerta 99% das vezes. Em uma estação com 100.000 pessoas por dia, quantos erros isso pode gerar? Por que isso importa? **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO-08.TXT



CAPÍTULO 8

IA QUE **ESCREVE**

Como funcionam os chatbots e os geradores de texto e imagem, o que eles fazem bem e por que podem inventar respostas.



NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- entender a ideia de prever a próxima palavra;
- reconhecer o que são tokens;
- explicar o que é uma alucinação;
- conhecer a ideia geral dos geradores de imagem.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF08CO11

EF09CO10

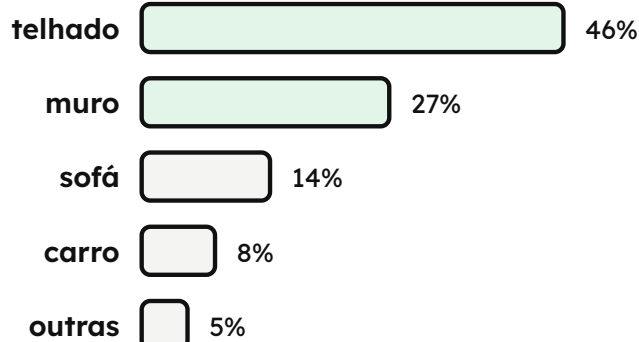
EF08CO02

Ensino Médio: linguagens e tecnologias

ADIVINHANDO A PRÓXIMA **PALAVRA**

Complete a frase: “O gato subiu no ...”. Você provavelmente pensou em **telhado** ou **muro**, e não em **avião**. Você fez isso porque já leu e ouviu muitas frases parecidas. Os **modelos de linguagem**, que estão por trás dos chatbots, funcionam a partir dessa mesma ideia: dado um texto, eles calculam a **probabilidade** de cada continuação.

O gato subiu no ...



PROBABILIDADES DA PRÓXIMA PALAVRA (valores ilustrativos).

O modelo escolhe uma continuação, acrescenta ao texto e calcula de novo a próxima. Repetindo isso centenas de vezes, ele escreve frases, parágrafos e textos inteiros. Para aprender essas probabilidades, os grandes modelos foram treinados com quantidades enormes de textos: livros, sites, artigos e códigos.

TOKENS

O modelo não lê letras nem palavras exatamente como nós. O texto é quebrado em pedaços chamados **tokens**, que podem ser palavras inteiras, partes de palavras ou sinais de pontuação. Cada token vira um número, e é com esses números que a rede neural faz as contas.



cada pedaço é um token; o ponto (·) marca o espaço

UM EXEMPLO DE DIVISÃO EM TOKENS. Palavras comuns costumam virar um token só; palavras raras são quebradas em partes.

DO MODELO AO CHATBOT

Um modelo que só completa textos ainda não é um bom assistente. Para virar um chatbot, ele passa por mais etapas de treino: aprende com exemplos de perguntas e boas respostas e é ajustado com avaliações de pessoas, que indicam quais respostas são mais úteis, corretas e seguras. Muitos chatbots também podem **buscar na internet** ou ler arquivos enviados pelo usuário antes de responder.

BOM EM	CUIDADO COM
Explicar um assunto de vários jeitos.	Fatos, datas, números e citações: podem estar errados.
Dar ideias e sugerir caminhos.	Referências e links: podem não existir.
Revisar a clareza de um texto.	Assuntos recentes: o modelo pode não saber.
Resumir e organizar informações fornecidas.	Contas longas: o modelo pode errar passos.
Traduzir e adaptar a linguagem.	Opiniões apresentadas como se fossem fatos.

ALUCINAÇÕES

Como o modelo gera o texto **mais provável**, e não o **verdadeiro**, ele pode produzir respostas que parecem corretas, mas são falsas: um livro que não existe, uma data errada, uma lei inventada. Isso se chama **alucinação**. O texto vem bem escrito e com tom seguro, o que torna o erro mais difícil de perceber.

ATENÇÃO

Nunca use uma informação de chatbot em um trabalho, uma decisão de saúde ou uma conversa importante sem **conferir em uma fonte confiável**. O fato de o texto estar bem escrito não quer dizer que ele esteja certo.

GERADORES DE IMAGEM

Os geradores de imagem aprendem com milhões de imagens acompanhadas de descrições. Muitos usam a técnica de **difusão**: o modelo aprende a transformar uma imagem cheia de chuva (ruído) em uma imagem nítida, pouco a pouco, seguindo a descrição pedida. A mesma família de técnicas gera vozes, músicas e vídeos. Por isso, tudo isso é chamado de **IA generativa**: ela gera conteúdo novo.

VOCÊ SABIA?

Imagens, vozes e vídeos gerados por IA podem imitar pessoas reais. Quando isso é feito para enganar, chamamos de **deepfake**. No Capítulo 10, você vai ver como reconhecer e combater esse tipo de conteúdo.

MÃO NA MASSA: O MODELO DE PAPEL

MÃO NA MASSA

1. Em grupos, escolham um texto curto, como uma parlenda ou um trecho de livro.
2. Para cada palavra do texto, anotem em uma tabela qual palavra vem logo depois dela e quantas vezes isso acontece.
3. Escolham uma palavra inicial e sorteiem a próxima de acordo com a tabela (com dados, papéis em um saco ou uma roleta). Repitam até formar uma frase.
4. Leiam as frases geradas. Elas fazem sentido? Por que algumas parecem quase certas e outras são estranhas?

PARA PENSAR

Esse modelo de papel olha só para a palavra anterior. Os modelos atuais olham para milhares de tokens anteriores ao mesmo tempo. O que muda quando o modelo consegue levar em conta o texto inteiro?

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

O tipo de rede usado nos grandes modelos de linguagem se chama **Transformer** e foi apresentado em 2017 no artigo *Attention Is All You Need*. Pesquise a ideia de **atenção**: como o modelo decide quais palavras anteriores são mais importantes para prever a próxima? Explique com um exemplo em português.

EXERCÍCIOS

- 1 O que um modelo de linguagem faz, de forma resumida?

- 2 O que são **tokens**?

- 3 O que é uma **alucinação** de um chatbot? Por que ela acontece?

- 4 Complete a frase com a palavra que um modelo provavelmente escolheria e explique: “Hoje está chovendo, vou levar o ...”

- 5 Cite duas diferenças entre o chatbot de regras do Projeto 1 e um chatbot com modelo de linguagem.

- 6 Por que um modelo de linguagem pode não saber de um fato que aconteceu na semana passada?
ENSINO MÉDIO

CAPÍTULO 9

USAR IA COM RESPONSABILIDADE



Como pedir bem, conferir, proteger seus dados e usar a IA para aprender, e não para deixar de aprender.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- escrever pedidos claros para chatbots;
- conferir as respostas em fontes confiáveis;
- proteger dados pessoais;
- declarar o uso de IA em trabalhos escolares.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF08CO08

EF08CO09

EF09CO09

EF09CO10

Ensino Médio: autoria e ética

ANTES DE USAR

Ferramentas de IA generativa podem ajudar muito nos estudos, mas também podem atrapalhar, se fizerem o trabalho por você. Antes de abrir um chatbot, pergunte-se: **o que eu quero aprender com esta atividade?** Se o objetivo é treinar a escrita, pedir um texto pronto tira de você justamente o treino.

ATENÇÃO

Muitos serviços de IA generativa exigem **idade mínima** (em geral, 13 anos) e **autorização dos responsáveis** para menores de 18 anos. Confira os termos de uso antes de criar uma conta e, na escola, siga as regras combinadas com o professor. Se você não tem a idade mínima, use a ferramenta apenas com o professor, em atividades da turma.

O JEITO DE USAR EM CINCO PASSOS



CINCO PASSOS PARA USAR IA NOS ESTUDOS.

COMO FAZER UM BOM PEDIDO

O texto que enviamos para um chatbot se chama **prompt**. Pedidos vagos geram respostas vagas. Um bom pedido costuma ter cinco partes:

PARTE	PERGUNTA	EXEMPLO
Papel	Quem a IA deve imitar?	Você é um professor de Matemática.
Contexto	Quem sou eu e o que já sei?	Sou do 9º ano e sei resolver equações do 1º grau.
Tarefa	O que eu quero?	Explique como resolver equações do 2º grau.
Formato	Como quero a resposta?	Em passos numerados, com um exemplo resolvido.
Critério	Que cuidados a resposta deve ter?	Use linguagem simples e não pule etapas.

Papel: Você é um professor de Ciências paciente.
Contexto: Sou estudante do 7º ano e não entendi a fotossíntese.
Tarefa: Explique o que é e por que ela é importante.
Formato: Até 8 linhas, com um exemplo do dia a dia e, no final, 3 perguntas para eu testar se entendi.
Critério: Não me dê as respostas das perguntas; espere eu responder.

VOCÊ SABIA?

Um dos melhores usos da IA para estudar é pedir que ela **faça perguntas para você**, em vez de dar respostas. Por exemplo: “Faça cinco perguntas sobre frações, uma de cada vez, e me diga se acertei antes de passar para a próxima”.

DESCONFIE E CONFIRA

- Procure a informação em pelo menos **uma fonte confiável**: livro didático, site oficial, enciclopédia, instituição de pesquisa ou veículo de imprensa reconhecido.
- Se o chatbot citar livros, artigos ou links, **verifique se eles existem** e se dizem o que foi afirmado.
- Desconfie de números muito exatos, citações entre aspas e datas.

- Pergunte de novo de outro jeito: se as respostas se contradizem, há algo errado.
- Na dúvida, pergunte ao professor.

PROTEJA SEUS DADOS

O que você escreve em um chatbot pode ficar guardado pela empresa e, em alguns serviços, ser usado para treinar novos modelos. Por isso, trate o chatbot como um lugar público.

NÃO COLOQUE	POR QUÊ
Nome completo, endereço, telefone, escola	Permitem identificar e localizar você.
Senhas e códigos de acesso	Podem ser expostos e usados por outras pessoas.
Fotos e vozes de outras pessoas	Exigem autorização e podem ser usadas para criar montagens.
Informações de saúde e da família	São dados sensíveis, protegidos pela LGPD.
Dados de colegas e professores	Você não pode decidir pelos outros.

AUTORIA E HONESTIDADE

Entregar como seu um texto, um desenho ou um código feito por uma IA é tão desonesto quanto copiar o trabalho de um colega. Além disso, conteúdos gerados podem reproduzir trechos de obras protegidas por **direitos autorais**. Quando usar IA em um trabalho, combine com o professor o que é permitido e **declare** como usou.

MÃO NA MASSA

Declaração de uso de IA. No final do trabalho, escreva: (1) qual ferramenta você usou; (2) em que data; (3) para quê (ideias, revisão, explicação, tradução); (4) o que você conferiu ou mudou.
Exemplo: “Usei um chatbot em 12/11 para pedir uma explicação sobre frações equivalentes. Conferi no livro didático. O texto e os exemplos são meus.”

MÃO NA MASSA: O DESAFIO DO PEDIDO

MÃO NA MASSA

1. Em duplas, escolham um assunto estudado neste bimestre.
2. Escrevam dois pedidos: um vago (“me explica frações”) e um completo, com as cinco partes.
3. Com o professor, enviem os dois a um chatbot e comparem as respostas.
4. Procurem, nas respostas, uma informação para conferir em outra fonte. Estava correta?
5. Escrevam a declaração de uso de IA da atividade.

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Compare as políticas de privacidade de dois serviços de IA generativa: que dados coletam, por quanto tempo guardam, se usam as conversas para treinar modelos e como o usuário pode pedir a exclusão. Relacione suas conclusões com os direitos previstos na LGPD.

EXERCÍCIOS

- 1 Reescreva o pedido “me fala sobre a Revolução Farroupilha” de forma mais completa, usando papel, contexto, tarefa e formato.

- 2 Cite três tipos de informação que você **não** deve colocar em um chatbot.

- 3 Qual é a diferença entre usar a IA para **aprender** e usar a IA para **fazer no seu lugar**? Dê um exemplo de cada.

- 4 Como você confere se uma informação dada por um chatbot está correta?

- 5 Escreva uma declaração de uso de IA para um trabalho em que você usou um chatbot para revisar a ortografia.

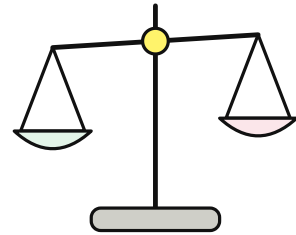
- 6 Leia os termos de uso de um serviço de IA generativa e responda: qual é a idade mínima? Os dados das conversas podem ser usados para treinar o modelo? Dá para desativar? **ENSINO**

MÉDIO

CAPÍTULO 10

ÉTICA, VIESES E SOCIEDADE

Quem ganha e quem pode perder com a IA, e que escolhas tornam a tecnologia mais justa.



NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- reconhecer vieses em sistemas de IA;
- identificar deepfakes e desinformação;
- discutir os efeitos da IA no trabalho e no meio ambiente;
- conhecer princípios e leis sobre IA.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF06CO10

EF08CO11

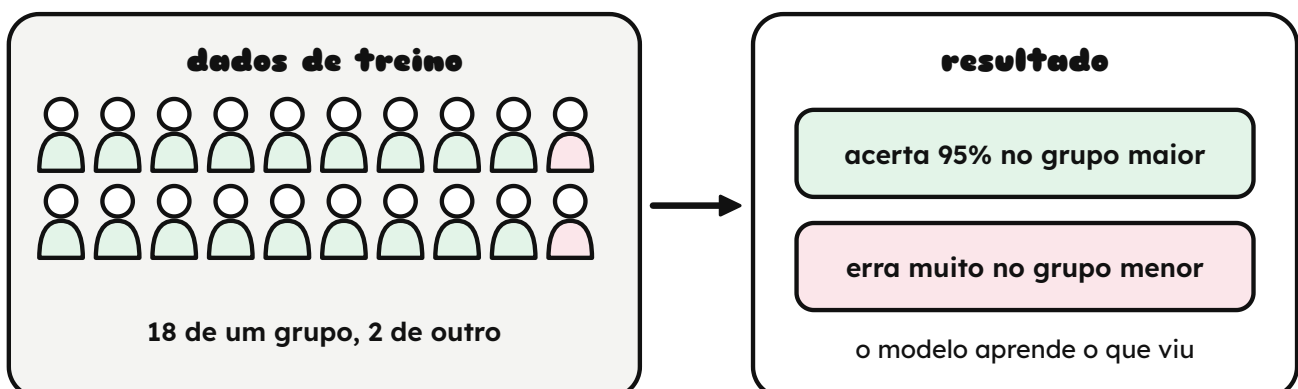
EF09CO07

EF09CO08

Ensino Médio: cidadania digital

O QUE É VIÉS

A IA aprende com dados, e os dados são produzidos por pessoas em uma sociedade com desigualdades. Se os dados de treino representam mal um grupo, ou carregam preconceitos, o modelo aprende isso. Quando um sistema erra mais ou prejudica de forma sistemática certos grupos, dizemos que ele tem **viés**.



DADOS DESEQUILIBRADOS GERAM RESULTADOS DESIGUAIS.

CASOS REAIS

- Em 2018, a pesquisa *Gender Shades*, de Joy Buolamwini e Timnit Gebru, testou sistemas comerciais que identificam o gênero em fotos de rostos. O erro chegava a **34,7%** em mulheres de pele escura e ficava abaixo de **1%** em homens de pele clara.
- No mesmo ano, foi noticiado que uma grande empresa de tecnologia abandonou um sistema de seleção de currículos que dava notas menores a candidaturas de mulheres, porque havia aprendido com contratações passadas, em que a maioria era de homens.
- Depois que esses problemas foram divulgados, empresas revisaram seus dados e seus testes, e os erros diminuíram. **Medir o viés é o primeiro passo para corrigi-lo.**

PARA PENSAR

Se um tradutor automático transforma “the doctor” em “o médico” e “the nurse” em “a enfermeira”, de onde vem essa escolha? Ela é neutra? Teste frases parecidas em um tradutor e discuta com a turma.

DEEPPAKES E DESINFORMAÇÃO

Com a IA generativa, ficou fácil criar imagens, áudios e vídeos falsos muito realistas. Eles podem ser usados para aplicar golpes (imitando a voz de um familiar), espalhar mentiras sobre pessoas públicas ou humilhar colegas. Criar e compartilhar montagens de uma pessoa sem autorização pode ser crime e é uma forma grave de violência.

ANTES DE COMPARTILHAR, PERGUNTE	O QUE OBSERVAR
Quem publicou primeiro?	Fonte conhecida, perfil verdadeiro, data da publicação.
Outros veículos confiáveis mostram o mesmo?	Agências de checagem e imprensa reconhecida.
A imagem ou o vídeo tem sinais de montagem?	Mãos e dentes estranhos, bordas borradas, boca fora de sincronia, sombras incoerentes.
O conteúdo quer provocar raiva ou medo?	Conteúdos feitos para chocar se espalham mais rápido.
Um áudio pede dinheiro com urgência?	Desligue e ligue de volta para a pessoa pelo número que você já conhece.

ATENÇÃO

Se você receber ou souber de uma montagem envolvendo colegas, **não compartilhe**. Guarde a prova (print com data), avise um adulto de confiança e a escola. Montagens íntimas devem ser denunciadas, por exemplo, à SaferNet Brasil (new.safernet.org.br).

IA E TRABALHO

A IA automatiza tarefas, e não profissões inteiras. Em muitas áreas, ela assume partes repetitivas do trabalho e deixa mais tempo para o que exige julgamento, criatividade e contato humano. Também surgem novas funções, como especialistas em dados, em avaliação de modelos e em segurança de IA. O desafio é garantir que todas as pessoas tenham acesso à formação para usar essas ferramentas, para que os benefícios não fiquem concentrados em poucos países, empresas ou regiões.

IA E MEIO AMBIENTE

A IA ajuda a proteger o ambiente: monitora o desmatamento por satélite, prevê enchentes e secas, otimiza o uso de água na irrigação e reduz o desperdício de energia em edifícios. Ao mesmo tempo, treinar e usar grandes modelos exige **centros de dados** que consomem muita eletricidade e água para resfriamento. A Agência Internacional de Energia estimou que os centros de dados usaram cerca de **1,5%** da eletricidade do mundo em 2024. Escolher modelos menores quando eles bastam e usar energia renovável são formas de reduzir esse impacto.

PRINCÍPIOS E LEIS

Governos e organizações internacionais vêm definindo princípios para uma IA responsável. Os mais comuns são:

JUSTIÇA

Não discriminar e testar o sistema em grupos diferentes.

TRANSPARÊNCIA

Avisar quando há IA e explicar como ela decide.

PRIVACIDADE

Proteger os dados pessoais usados e gerados.

SEGURANÇA

Evitar danos e prever o que fazer quando o sistema falha.

RESPONSABILIDADE

Sempre há pessoas responsáveis pelo sistema.

SUPERVISÃO HUMANA

Decisões importantes podem ser revistas por pessoas.

No Brasil, a **LGPD** (Lei nº 13.709/2018) protege os dados pessoais, inclusive os usados por sistemas de IA. Uma lei específica sobre IA, o **Projeto de Lei nº 2.338/2023**, foi aprovada pelo Senado em dezembro de 2024 e seguiu para a Câmara dos Deputados. A União Europeia aprovou, em 2024, o **Regulamento de Inteligência Artificial**, que classifica os sistemas pelo nível de risco. Confira com o professor a situação atual dessas leis, porque o tema muda rapidamente.

MÃO NA MASSA: TRIBUNAL DA IA

MÃO NA MASSA

1. A turma escolhe um caso: uma escola quer usar câmeras com reconhecimento facial para registrar a presença dos estudantes.
2. Dividam-se em quatro grupos: direção da escola, estudantes, famílias e especialistas em proteção de dados.
3. Cada grupo prepara três argumentos, usando os princípios da página anterior.
4. Façam o debate, com tempo igual para cada grupo.
5. A turma escreve, em conjunto, uma recomendação para a escola: usar, não usar ou usar com quais regras?

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Pesquise o caso do sistema COMPAS, usado nos Estados Unidos para estimar o risco de reincidência de pessoas presas, e a reportagem da ProPublica de 2016 sobre ele. Explique por que diferentes definições matemáticas de “justiça” podem entrar em conflito entre si e o que isso significa para quem projeta sistemas de IA.

EXERCÍCIOS

- 1 O que é viés em um sistema de IA? Como ele pode surgir?

- 2 Um modelo foi treinado com 900 fotos de pessoas de um grupo e 100 de outro. O que você espera dos resultados? Como melhorar?

- 3 Cite três sinais de que um vídeo pode ser um deepfake.

- 4 Cite um impacto positivo e um ponto de atenção da IA no meio ambiente.

- 5 Escolha uma profissão e explique como a IA pode mudá-la. Que habilidades humanas continuam importantes?

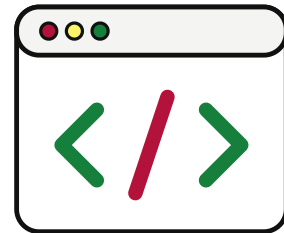
- 6 Um sistema de IA ajuda a decidir quem recebe um empréstimo. Que regras você proporia para que ele seja justo e transparente? **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO-11.TXT



CAPÍTULO 11

PROGRAMANDO IA EM PYTHON



Seis projetos curtos para construir, com as próprias mãos, as ideias dos capítulos anteriores.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- escrever programas em Python com listas, condições, repetições e funções;
- programar um chatbot de regras e um analisador de sentimentos;
- programar dois classificadores e medir sua acurácia;
- programar um previsor de palavras e um neurônio que aprende.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF06CO02

EF07CO02

EF08CO02

EF08CO03

EF09CO02

Ensino Médio: programação

PREPARANDO O AMBIENTE

Python é a linguagem mais usada no mundo da inteligência artificial. Ela tem uma escrita próxima do inglês e é ótima para começar. Para os projetos, use uma das opções:

- **Google Colab** (colab.research.google.com): abra um caderno novo, digite o código em uma célula e aperte o botão de executar. Precisa de uma conta Google.
- **Python instalado** (python.org): abra o IDLE, crie um arquivo novo, digite o código, salve e aperte F5.
- **Python Tutor** (pythontutor.com): mostra, passo a passo, o que acontece na memória enquanto o programa roda. Ótimo para entender os projetos.

ATENÇÃO

Contas Google exigem idade mínima. Estudantes com menos de 13 anos devem usar a conta da turma, criada pela escola, ou o Python instalado nos computadores do laboratório.

PYTHON EM UMA PÁGINA

VARIÁVEIS, LISTAS E CONDIÇÕES

```
nome = 'Ana'           # texto
idade = 13             # número
frutas = ['maçã', 'limão']
frutas.append('uva')   # acrescenta

if idade >= 13:
    print('Pode criar a conta')
else:
    print('Use a conta da turma')
```

REPETIÇÕES E FUNÇÕES

```
for f in frutas:
    print('Eu gosto de', f)

def dobro(x):
    return x * 2

print(dobro(21))      # mostra 42

texto = 'Oi, Tudo Bem'
print(texto.lower())  # oi, tudo bem
```

Em Python, o **recuo** (os espaços no começo da linha) mostra o que está dentro de um `if`, de um `for` ou de uma função. Use sempre 4 espaços. O sinal `#` começa um comentário, que o computador ignora.

PROJETO 1: CHATBOT DE REGRAS

FICHA DO PROJETO		
Nível 1 · todos		1 aula
MATERIAIS <ul style="list-style-type: none"> computador com internet Google Colab ou Python 3 	CONCEITOS <ul style="list-style-type: none"> listas condições repetição texto em minúsculas 	BNCC EF06CO02, EF06CO05

Antes dos modelos de linguagem, os chatbots funcionavam com **regras**: se a mensagem tem certa palavra, dê certa resposta. Vamos criar um assistente para a biblioteca da escola.

Projeto 1: chatbot de regras da biblioteca

PROJETO1.PY

```

regras = [
    (['oi', 'olá', 'bom dia'], 'Olá. Sou o assistente da biblioteca.'),
    (['horário', 'horario', 'abre'], 'A biblioteca abre das 8h às 17h.'),
    (['emprestar', 'empréstimo', 'levar'], 'Cada estudante pode levar 2 livros por 15 dias.'),
    (['renovar', 'prazo'], 'Para renovar, traga o livro até a data de devolução.'),
]

def responder(frase):
    frase = frase.lower()
    for palavras, resposta in regras:
        for palavra in palavras:
            if palavra in frase:
                return resposta
    return 'Não entendi. Pergunte sobre horário, empréstimo ou prazo.'

while True:
    pergunta = input('Você: ')
    if pergunta.lower() == 'tchau':
        print('Assistente: Até logo.')
        break
    print('Assistente:', responder(pergunta))

```

COMO FUNCIONA

- `regras` é uma lista de pares: as palavras-chave e a resposta.
- `responder` deixa a frase em minúsculas e procura cada palavra-chave nela. Na primeira que encontrar, devolve a resposta.
- O `while True` repete a conversa até a pessoa digitar **tchau**.

MÃO NA MASSA

Teste perguntas diferentes, inclusive uma fora do assunto. Depois, acrescente três regras novas com informações reais da sua escola, como o horário do recreio ou o cardápio da merenda.

PARA PENSAR

O chatbot de regras nunca inventa uma resposta: ou ele sabe, ou diz que não entendeu. Que vantagens e desvantagens isso tem em comparação com um chatbot de IA generativa?

PROJETO 2: ANALISADOR DE SENTIMENTOS**FICHA DO PROJETO**

Nível 1 · todos

1 aula

MATERIAIS

- computador com internet
- Google Colab ou Python 3

CONCEITOS

- listas de palavras
- contador
- classificação

BNCC

EF06CO02, EF08CO11

Empresas usam IA para saber se os comentários sobre um produto são positivos ou negativos. A versão mais simples conta palavras positivas e negativas.

```
# Projeto 2: analisador de sentimentos PROJETO2.PY
positivas = ['bom', 'boa', 'ótimo', 'ótima', 'gostei', 'adorei', 'legal', 'divertido', 'divertida']
negativas = ['ruim', 'chato', 'chata', 'péssimo', 'péssima', 'odiei', 'cansativo', 'difícil']

def sentimento(frase):
    for sinal in '.,!?:':
        frase = frase.replace(sinal, ' ')
    pontos = 0
    for palavra in frase.lower().split():
        if palavra in positivas:
            pontos = pontos + 1
        if palavra in negativas:
            pontos = pontos - 1
    if pontos > 0:
        return 'positivo'
    if pontos < 0:
        return 'negativo'
    return 'neutro'

opinioes = ['Adorei a aula, foi muito divertida!',
            'A prova foi difícil e cansativa.',
            'Não gostei do filme.',
            'O lanche estava ok.']
for frase in opinioes:
    print(sentimento(frase), '|', frase)
```

RESULTADO

```
positivo | Adorei a aula, foi muito divertida!
negativo | A prova foi difícil e cansativa.
positivo | Não gostei do filme.
neutro | O lanche estava ok.
```

PARA PENSAR

O programa errou a terceira frase. Por quê? O que ele precisaria entender sobre a palavra “não”? E sobre ironia, como em “Que ótimo, choveu no passeio”?

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Melhore o analisador: quando a palavra anterior for “não”, inverta o sinal. Depois, em vez de listas escritas à mão, pense em como um modelo poderia **aprender** o peso de cada palavra a partir de comentários já classificados.

PROJETO 3: ÁRVORE DE DECISÃO EM CÓDIGO

FICHA DO PROJETO

Nível 1 · todos

1 aula

MATERIAIS

- computador com internet
- Google Colab ou Python 3

CONCEITOS

- se, senão se, senão
- conjunto de teste
- acurácia

BNCC

EF06CO02, EF07CO02, EF09CO01

A árvore das frutas do Capítulo 4 vira uma função com `if`, `elif` e `else`. Em seguida, medimos a acurácia em cinco frutas de teste.

Projeto 3: árvore de decisão das frutas

PROJETOS.PY

```
def arvore(peso, acidez):
    if peso <= 95:
        return 'limão'
    elif acidez > 45:
        return 'laranja'
    else:
        return 'maçã'

teste = [(65, 85, 'limão'), (150, 40, 'maçã'), (170, 60, 'laranja'),
         (115, 50, 'maçã'), (100, 92, 'limão')]
acertos = 0
for peso, acidez, certa in teste:
    prevista = arvore(peso, acidez)
    if prevista == certa:
        acertos = acertos + 1
    print(peso, 'g, acidez', acidez, '->', prevista, '| certa:', certa)
print('Acurácia:', acertos / len(teste) * 100, '%')
```

RESULTADO

```
65 g, acidez 85 -> limão | certa: limão
150 g, acidez 40 -> maçã | certa: maçã
170 g, acidez 60 -> laranja | certa: laranja
115 g, acidez 50 -> laranja | certa: maçã
100 g, acidez 92 -> laranja | certa: limão
Acurácia: 60.0 %
```

MÃO NA MASSA

Mude a árvore para acertar as cinco frutas de teste. Depois, invente mais cinco frutas de teste. Sua nova árvore continua acertando, ou ela só “decorou” o primeiro teste?

PROJETO 4: VIZINHOS MAIS PRÓXIMOS

FICHA DO PROJETO

Nível 2 · aprofundamento

2 aulas

MATERIAIS

- computador com internet
- Google Colab ou Python 3

CONCEITOS

- tuplas
- distância (Pitágoras)
- ordenação
- votação

BNCC

EF08CO02, EF08CO03, EF09CO02

Agora o programa não recebe regras: ele guarda os exemplos e, para cada fruta nova, procura as mais parecidas. É o método k-NN do Capítulo 4.

```
# Projeto 4: vizinhos mais próximos (k-NN)
frutas = [
    (110, 30, 'maçã'), (120, 24, 'maçã'), (130, 36, 'maçã'), (140, 28, 'maçã'),
    (155, 58, 'laranja'), (165, 64, 'laranja'), (175, 56, 'laranja'), (185, 62, 'laranja'),
    (60, 90, 'limão'), (70, 96, 'limão'), (50, 84, 'limão'), (80, 88, 'limão'),
]

def distancia(a, b):
    return ((a[0] - b[0]) ** 2 + (a[1] - b[1]) ** 2) ** 0.5

def classificar(peso, acidez, k=3):
    nova = (peso, acidez)
    ordenadas = sorted(frutas, key=lambda f: distancia(f, nova))
    vizinhos = [f[2] for f in ordenadas[:k]]
    print('vizinhos:', vizinhos)
    return max(vizinhos, key=vizinhos.count)

print(classificar(160, 50))
print(classificar(125, 30))
print(classificar(100, 92))
```

PROJETO4.PY

COMO FUNCIONA

- `distancia` aplica o teorema de Pitágoras: `2` eleva ao quadrado e `0.5` tira a raiz.
- `sorted(..., key=...)` ordena a lista de frutas da mais próxima para a mais distante.
- `ordenadas[:k]` pega só as k primeiras.
- `max(vizinhos, key=vizinhos.count)` escolhe o nome que mais aparece: a votação.

Rode o programa. Repare que o limão grande (100 g, acidez 92), que a árvore do Projeto 3 errou, é classificado corretamente pelo k-NN, porque os vizinhos mais próximos dele são limões.

MÃO NA MASSA

Acrescente uma quarta fruta à lista, com pelo menos quatro exemplos (por exemplo, a bergamota), e teste o classificador com frutas novas. Use o Python Tutor para ver a lista `ordenadas` sendo montada.

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Escreva uma função `acuracia(teste, k)` que classifica uma lista de frutas de teste e devolve a porcentagem de acertos. Use-a para descobrir qual valor de `k` funciona melhor.

PROJETO 5: PREVISOR DA PRÓXIMA PALAVRA**FICHA DO PROJETO**

Nível 2 · aprofundamento

2 aulas

MATERIAIS

- computador com internet
- Google Colab ou Python 3

CONCEITOS

- dicionários
- contagem
- probabilidade
- sorteio com pesos

BNCC

EF08CO02, EF08CO03, EF09CO10

Este projeto é um modelo de linguagem em miniatura: ele conta que palavra aparece depois de cada palavra em um texto e usa essas contagens para prever e gerar frases, como no Capítulo 8.

Projeto 5: previsor da próxima palavra

PROJETOS.PY

`import random`

```
texto = '''o gato subiu no telhado . o gato subiu no muro .
o cão subiu no sofá . o gato dormiu no sofá .
o cão dormiu no tapete . o gato subiu no telhado .'''
```

```
palavras = texto.split()
contagem = {}
for atual, seguinte in zip(palavras, palavras[1:]):
    if atual not in contagem:
        contagem[atual] = {}
    contagem[atual][seguinte] = contagem[atual].get(seguinte, 0) + 1
```

```
def proxima(palavra):
    opcoes = contagem.get(palavra, {})
    total = sum(opcoes.values())
    for p, n in sorted(opcoes.items(), key=lambda x: -x[1]):
        print(p, round(n / total * 100), '%')
```

```
def gerar(inicio, tamanho=8):
    frase = [inicio]
    for i in range(tamanho):
        opcoes = contagem.get(frase[-1])
        if not opcoes:
            break
        escolha = random.choices(list(opcoes), weights=list(opcoes.values()))
        frase.append(escolha[0])
    return ' '.join(frase)
```

```
proxima('no')
print(gerar('o'))
```

RESULTADO (A FRASE MUDA A CADA EXECUÇÃO)

telhado 33 %
 sofá 33 %
 muro 17 %
 tapete 17 %
 o gato dormiu no tapete . o cão dormiu

MÃO NA MASSA

Troque o texto por outro maior: uma parlenda, a letra de uma música que a turma conhece ou um texto escrito por vocês. Que frases o modelo gera? Ele “copia” trechos do texto? Por quê?

PARA PENSAR

O modelo só repete combinações que viu no texto de treino. Isso tem relação com os direitos autorais dos textos usados para treinar os grandes modelos?

PROJETO 6: UM NEURÔNIO QUE APRENDE**FICHA DO PROJETO**

Nível 2 · aprofundamento

2 aulas

MATERIAIS

- computador com internet
- Google Colab ou Python 3

CONCEITOS

- pesos e bias
- erro
- repetição até acertar

BNCC

EF06CO06, EF09CO02, EF09CO03

Vamos programar um **Perceptron**, o neurônio do Capítulo 6, e deixar que ele **aprenda os pesos sozinho**. A pergunta é: “vou jogar bola?”. A resposta é sim (1) só quando faz sol **e** tenho tempo livre.

```
# Projeto 6: um perceptron que aprende
# entradas: (faz sol?, tenho tempo livre?) saída: vou jogar bola?
exemplos = [(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)]
pesos = [0.0, 0.0]
bias = 0.0
taxa = 0.1

def prever(x):
    soma = x[0] * pesos[0] + x[1] * pesos[1] + bias
    return 1 if soma > 0 else 0

for rodada in range(20):
    erros = 0
    for x, certo in exemplos:
        erro = certo - prever(x)
        if erro != 0:
            erros = erros + 1
            pesos[0] = pesos[0] + taxa * erro * x[0]
            pesos[1] = pesos[1] + taxa * erro * x[1]
            bias = bias + taxa * erro
    print('rodada', rodada + 1, '| erros:', erros,
          '| pesos:', [round(p, 1) for p in pesos], '| bias:', round(bias, 1))
    if erros == 0:
        break

for x, certo in exemplos:
    print(x, '->', prever(x))
```

PROJETO6.PY

RESULTADO

```
rodada 1 | erros: 1 | pesos: [0.1, 0.1] | bias: 0.1
rodada 2 | erros: 3 | pesos: [0.2, 0.1] | bias: 0.0
rodada 3 | erros: 3 | pesos: [0.2, 0.1] | bias: -0.1
rodada 4 | erros: 2 | pesos: [0.2, 0.2] | bias: -0.1
rodada 5 | erros: 1 | pesos: [0.2, 0.1] | bias: -0.2
rodada 6 | erros: 0 | pesos: [0.2, 0.1] | bias: -0.2
```

COMO FUNCIONA

- O **bias** é um número somado no final. Ele faz o papel do limite: com bias -0,2, a soma precisa passar de 0,2 para a saída ser 1.
- Quando a resposta está certa, o erro é 0 e nada muda. Quando o neurônio diz 0 e o certo era 1, o erro é 1 e os pesos aumentam; no caso contrário, diminuem.
- A **taxa** de aprendizado define o tamanho de cada ajuste. Taxas grandes aprendem rápido, mas podem passar do ponto.

VOCÊ SABIA?

A palavra *bias* também é traduzida como **viés**, mas aqui ela tem outro sentido: é só um número de ajuste do neurônio. O viés do Capítulo 10, de tratar grupos de forma injusta, é uma ideia diferente.

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

Faça as mudanças do exercício 6 (operação OU e OU exclusivo) e explique o resultado desenhando os quatro pontos (0,0), (0,1), (1,0) e (1,1) em um gráfico. Por que nenhuma reta separa os pontos do OU exclusivo?

EXERCÍCIOS

- 1 No Projeto 1, o que o chatbot responde a “qual é a capital da França?”? Por quê?

- 2 No Projeto 2, por que a frase “Não gostei do filme.” foi classificada como positiva? Como corrigir?

- 3 No Projeto 3, a árvore acertou 3 de 5 frutas. Qual é a acurácia? Quais frutas ela errou?

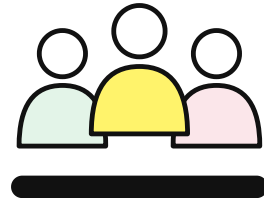
- 4 No Projeto 4, o que acontece se usarmos $k = 1$? E se usarmos k igual ao total de frutas (12)?

- 5 No Projeto 5, por que o texto gerado às vezes não faz sentido?

- 6 No Projeto 6, troque os exemplos para a operação OU (sai 1 se pelo menos uma entrada for 1). O perceptron aprende? E com o OU exclusivo (sai 1 só se as entradas forem diferentes)? **ENSINO MÉDIO**

CAPÍTULO 12

PROJETO FINAL: IA A SERVIÇO DA COMUNIDADE



Como transformar um problema real em um pequeno sistema de IA, testado, documentado e pensado para as pessoas.

NESTE CAPÍTULO VOCÊ VAI

- usar o ciclo de um projeto de IA em um problema real;
- coletar dados com cuidado e autorização;
- treinar, testar e melhorar um modelo;
- documentar o modelo em uma ficha e apresentar o projeto.

LIGAÇÃO COM A BNCC

Fundamental II

EF07CO03

EF07CO11

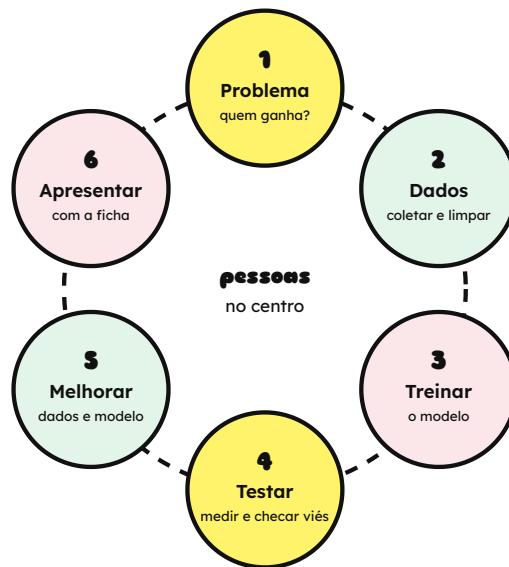
EF09CO02

EF09CO06

Ensino Médio: projetos e autoria

O CICLO DE UM PROJETO DE IA

Projetos de IA começam por um **problema de pessoas reais**, e não pela tecnologia. A pergunta inicial não é “onde posso usar IA?”, e sim “que problema queremos resolver, e a IA ajuda nele?”. Muitas vezes, uma solução simples, sem IA, é a melhor.



ETAPA	PERGUNTAS DA EQUIPE	REGISTRO
1. Problema	Que problema? Para quem? A IA é mesmo necessária?	Frase do problema.
2. Dados	Que exemplos precisamos? Quem autoriza a coleta? Estão equilibrados?	Tabela ou pasta de exemplos.
3. Treinar	Que ferramenta usar? Que categorias o modelo vai reconhecer?	Modelo treinado.
4. Testar	Acerta com dados novos? Erra mais com algum grupo ou situação?	Tabela de testes e acurácia.
5. Melhorar	Que dados faltam? O que mudar?	Nova versão e comparação.
6. Apresentar	Como explicar para quem não conhece? Quais são os limites?	Ficha do modelo e apresentação.

IDEIAS DE PROJETOS

SEPARADOR DE RECICLÁVEIS

Modelo de imagem que reconhece papel, plástico, metal e orgânico, para a campanha de reciclagem da escola (Teachable Machine).

FOLHAS DA HORTA

Modelo que diferencia folhas saudáveis de folhas com manchas, com fotos da horta da escola.

GESTOS EM LIBRAS

Modelo de pose que reconhece algumas letras do alfabeto manual, feito com colegas e professores que usam Libras.

ASSISTENTE DA SECRETARIA

Chatbot de regras (Projeto 1) com as dúvidas mais comuns de estudantes e famílias.

SONS DA ESCOLA

Modelo de som que reconhece o sinal, palmas e silêncio, para um painel de avisos acessível.

OPINIÃO DA MERENDA

Analizador de sentimentos (Projeto 2) aplicado a uma pesquisa anônima sobre o cardápio.

CLASSIFICADOR DE GRÃOS

Fotos de feijão, milho, arroz e soja, culturas importantes no Rio Grande do Sul, para uma feira de ciências.

DETECTOR DE GOLPES

Conjunto de mensagens inventadas, normais e de golpe, para treinar e testar um classificador de texto.

ATENÇÃO

Projetos com rostos, vozes ou dados de pessoas exigem autorização por escrito delas (e dos responsáveis, no caso de menores) e cuidado redobrado. Prefira objetos, plantas, sons do ambiente e dados inventados.

A FICHA DO MODELO

Pesquisadores e empresas responsáveis publicam, junto com seus modelos, um documento que explica para que o modelo serve, com que dados foi treinado, como foi testado e quais são seus limites. Na sua equipe, preencham a **ficha do modelo** (Apêndice D) e apresentem-na junto com o projeto. Ela deve responder:

- Para que o modelo serve e para que **não** deve ser usado?
- Que dados foram usados, de onde vieram e quem autorizou?
- Como o modelo foi testado e qual foi a acurácia?
- Em que situações ou com que grupos ele erra mais?
- Quem é responsável por ele e como alguém pode pedir revisão de uma decisão?

TRABALHO EM EQUIPE

PAPEL	RESPONSABILIDADE PRINCIPAL
Coordenação	Organiza o cronograma, garante que todos participem e conversa com o professor.
Dados	Planeja e organiza a coleta, cuida das autorizações e da qualidade dos exemplos.
Modelo	Treina, testa e registra os resultados de cada versão.
Ética e documentação	Preenche a ficha do modelo, analisa riscos e prepara a apresentação.

CRONOGRAMA **SUGERIDO**

AULA	O QUE FAZER
1	Formar equipes, escolher o problema e escrever a frase do problema.
2	Planejar os dados: categorias, quantidade, autorizações.
3 e 4	Coletar e organizar os dados.
5	Treinar a primeira versão do modelo.
6	Testar com dados novos e registrar os erros.
7	Melhorar os dados ou o modelo e testar de novo.
8	Preencher a ficha do modelo e preparar a apresentação.
9	Apresentar para a turma ou para a comunidade.

COMO SEU PROJETO SERÁ **AVALIADO**

CRITÉRIO	INICIANDO	EM DESENVOLVIMENTO	PROFICIENTE	AVANÇADO
Problema	Problema vago, sem público definido.	Problema claro, pouca pesquisa.	Problema claro, com público e benefício definidos.	Problema pesquisado com o público, comparando soluções existentes.
Dados	Poucos dados, sem origem.	Dados suficientes, sem análise de qualidade.	Dados variados, com origem e autorização registradas.	Dados equilibrados, revisados e com limitações descritas.
Modelo e teste	Sem teste.	Testado com os dados de treino.	Testado com dados novos e acurácia calculada.	Testado por grupos, com erros analisados e melhorias feitas.
Ética	Não considerou riscos.	Citou riscos de forma geral.	Identificou riscos e propôs cuidados.	Ficha do modelo completa, com riscos, limites e supervisão humana.
Apresentação e equipe	Uma pessoa fez tudo.	Participação desigual.	Todos participaram e explicam o projeto.	Papéis claros; todos explicam qualquer parte.

DESAFIO PARA O ENSINO MÉDIO

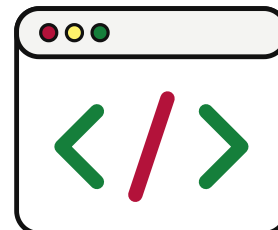
Publique o projeto: grave um vídeo curto, escreva um texto explicando o problema, os dados e os resultados e compartilhe a ficha do modelo. Indique a autoria de cada integrante e as ferramentas usadas, inclusive as de IA, e peça autorização antes de publicar a imagem de outras pessoas. Projetos como este podem ser inscritos em feiras de ciências e mostras escolares.

APENDICE-A.TXT



APÊNDICE A

PYTHON: REFERÊNCIA RÁPIDA



Os comandos usados nos projetos, para consultar enquanto programa.

PARA	ESCREVA
Mostrar na tela	<code>print('Olá', nome)</code>
Ler do teclado	<code>nome = input('Seu nome: ')</code>
Converter para número	<code>idade = int(input('Idade: '))</code>
Se / senão se / senão	<code>if x > 5: ... elif x > 2: ... else:</code>
E, ou, não	<code>if a > 0 and b > 0:</code>
Repetir N vezes	<code>for i in range(N):</code>
Repetir em uma lista	<code>for f in frutas:</code>
Repetir enquanto	<code>while x < 10:</code>
Parar a repetição	<code>break</code>
Criar lista	<code>frutas = ['maçã', 'limão']</code>
Acrescentar à lista	<code>frutas.append('uva')</code>
Tamanho	<code>len(frutas)</code>
Primeiros k itens	<code>lista[:k]</code>
Dicionário	<code>idades = {'Ana': 13}</code> e <code>idades['Ana']</code>
Valor com padrão	<code>d.get(chave, 0)</code>
Função	<code>def dobro(x):</code> e <code>return x * 2</code>
Ordenar por critério	<code>sorted(lista, key=funcao)</code>
Potência e raiz	<code>3 2 dá 9; 9 0.5 dá 3.0</code>
Arredondar	<code>round(3.14159, 2)</code> dá 3.14
Texto em minúsculas	<code>'OLÁ'.lower()</code> dá 'olá'
Quebrar texto em palavras	<code>'a b c'.split()</code> dá ['a', 'b', 'c']
Sorteio	<code>import random</code> e <code>random.choice(lista)</code>

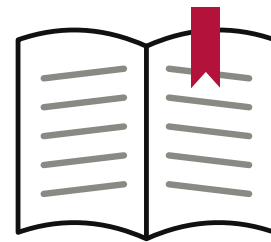
APENDICE-B.TXT



APÊNDICE B

GLOSSÁRIO

Os principais termos de inteligência artificial e de dados, em ordem alfabética.

**Acurácia**

Porcentagem de acertos de um modelo em um conjunto de teste.

Agrupamento

Separação de exemplos em grupos parecidos, sem rótulos (aprendizado não supervisionado).

Algoritmo

Sequência finita e ordenada de passos para resolver um problema.

Alucinação

Resposta falsa ou inventada, gerada por um modelo de linguagem com aparência de verdade.

Aprendizado de máquina

Forma de criar programas em que o computador aprende padrões a partir de exemplos.

Aprendizado profundo

Aprendizado com redes neurais de muitas camadas.

Árvore de decisão

Modelo que classifica por meio de uma sequência de perguntas de sim ou não.

Atributo

Característica de um exemplo, como peso ou cor; uma coluna da tabela de dados.

Bias

Número somado no neurônio artificial para ajustar o limite da ativação.

Chatbot

Programa que conversa com pessoas por texto ou voz.

Classificação

Tarefa de prever uma categoria, como spam ou não spam.

Conjunto de teste

Exemplos separados para avaliar o modelo, que ele não viu no treino.

Dado

Registro bruto, como um número, uma palavra, um pixel ou um som.

Deepfake

Imagem, áudio ou vídeo falso criado com IA para imitar uma pessoa real.

Espectrograma

Imagem que mostra a força de cada frequência de um som ao longo do tempo.

Falso positivo

Quando o modelo diz “sim”, mas a resposta certa era “não”.

Falso negativo

Quando o modelo diz “não”, mas a resposta certa era “sim”.

Função de ativação

Regra que decide a saída do neurônio a partir da soma.

IA generativa

IA que gera conteúdo novo: textos, imagens, sons, vídeos ou códigos.

Inteligência artificial

Área da computação que cria sistemas capazes de realizar tarefas que exigem inteligência.

k-NN

Método dos k vizinhos mais próximos: classifica pelo voto dos exemplos mais parecidos.

LGPD

Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, Lei nº 13.709/2018.

Matriz de confusão

Tabela que mostra os acertos e os tipos de erro de um modelo.

Modelo

Resultado do treino: regras ou números usados para responder a casos novos.

Modelo de linguagem

Modelo que calcula a probabilidade da próxima parte de um texto.

Neurônio artificial

Unidade que multiplica entradas por pesos, soma e aplica uma ativação.

Peso

Número que indica a importância de uma entrada em um neurônio.

Pixel

Menor ponto de uma imagem digital, representado por números.

Prompt

Texto com o pedido enviado a um modelo de IA generativa.

Python

Linguagem de programação muito usada em IA e ciência de dados.

Reforço

Aprendizado por tentativa e erro, com recompensas e punições.

Regressão

Tarefa de prever um número, como uma temperatura ou um preço.

Rótulo

A resposta certa de um exemplo de treino.

Sobreajuste

Quando o modelo decora o treino e erra com dados novos.

Supervisionado

Aprendizado com exemplos que já têm a resposta (rótulo).

Token

Pedaço de texto (palavra, parte de palavra ou sinal) processado por um modelo de linguagem.

Treino

Etapa em que o modelo ajusta suas regras ou pesos a partir dos exemplos.

Viés

Tendência sistemática de um sistema errar mais ou prejudicar certos grupos.

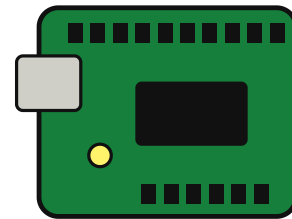
APENDICE-C.TXT



APÊNDICE C

SITES DE APOIO

Ferramentas e cursos gratuitos para continuar aprendendo sobre IA.



SITE	ENDEREÇO	PARA QUE SERVE
Teachable Machine	teachablemachine.withgoogle.com	Treinar modelos de imagem, som e pose no navegador, sem programar.
Machine Learning for Kids	machinelearningforkids.co.uk	Projetos de aprendizado de máquina com Scratch, voltados para a escola.
Quick, Draw!	quickdraw.withgoogle.com	Jogo de desenho em que uma rede neural tenta adivinhar o que você desenhou.
IA para Oceanos (Code.org)	code.org/oceans	Atividade curta que mostra como dados de treino e viés afetam um modelo.
TensorFlow Playground	playground.tensorflow.org	Rede neural interativa: mude camadas, neurônios e veja o treino acontecer.
Google Colab	colab.research.google.com	Cadernos de Python no navegador, para os projetos do Capítulo 11.
Python Tutor	pythontutor.com	Mostra passo a passo a execução de programas em Python.
Elements of AI	elementsofai.com	Curso on-line gratuito de introdução à inteligência artificial.
SaferNet Brasil	new.safernet.org.br	Orientação e canal de denúncia sobre violências e crimes na internet.
ohtopico	ohtopico.com.br	Materiais de computação e IA de Júlia Roberta Quos Alves.

ATENÇÃO

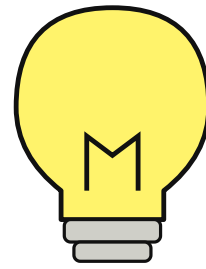
Alguns sites pedem cadastro. Estudantes com menos de 13 anos devem usar contas criadas pelo professor e nunca informar dados pessoais sem autorização dos responsáveis. Os endereços foram conferidos em outubro de 2026 e podem mudar.

APENDICE-D.TXT



APÊNDICE D

FICHA DO PROJETO E DO MODELO



Folhas para imprimir e preencher durante o projeto final.

FICHA DO PROJETO

NOME DO PROJETO E INTEGRANTES

PROBLEMA: O QUE QUEREMOS RESOLVER, PARA QUEM E ONDE?

POR QUE A IA AJUDA? EXISTE UMA SOLUÇÃO MAIS SIMPLES?

CATEGORIAS QUE O MODELO VAI
RECONHECER

FERRAMENTA USADA

DADOS: QUANTOS EXEMPLOS DE CADA CATEGORIA, DE ONDE VIERAM, QUEM AUTORIZOU

TABELA DE TESTES

EXEMPLO TESTADO	RESPOSTA CERTA	RESPOSTA DO MODELO	ACERTOU?	OBSERVAÇÃO

ACURÁCIA: ____ ACERTOS DE ____ EXEMPLOS = ____%

FICHA DO MODELO

PARA QUE SERVE

PARA QUE NÃO DEVE SER USADO

DADOS DE TREINO (QUANTIDADE, ORIGEM, EQUILÍBRIO)

COMO FOI TESTADO E RESULTADOS

LIMITES: QUANDO E COM QUEM ELE ERRA MAIS

RISCOS E CUIDADOS

RESPONSÁVEIS E COMO PEDIR REVISÃO

O QUE APRENDEMOS E O QUE FARIAMOS COM MAIS TEMPO

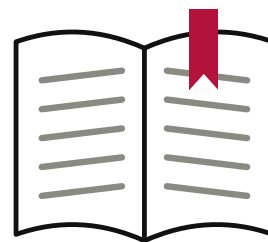
APENDICE-E.TXT



APÊNDICE E

GABARITO

Respostas dos exercícios. Confira depois de tentar resolver; nas questões pessoais, as respostas são exemplos.



CAPÍTULO 1

1. É a área da computação que cria sistemas capazes de realizar tarefas que, quando feitas por pessoas, exigem inteligência: reconhecer imagens, entender e produzir textos, recomendar, prever, decidir. Em geral, esses sistemas aprendem padrões a partir de dados.
2. b, c e e. A calculadora (a) e o alarme com horário fixo (d) seguem regras simples, sem aprender com dados.
3. Um teste em que uma pessoa conversa por escrito com um humano e com uma máquina, sem ver nenhum dos dois. Se não conseguir distinguir qual é a máquina, a máquina “passou” no teste.
4. A IA estreita faz bem uma tarefa ou um grupo de tarefas (traduzir, reconhecer rostos, conversar), mas não entende o mundo como uma pessoa. A IA geral seria capaz de aprender e resolver qualquer tipo de problema como um ser humano; ela ainda não existe.
5. Resposta pessoal. Exemplo: o filtro de spam lê o texto e o remetente dos e-mails; pode mandar um e-mail importante para a caixa de spam.
6. O Go tem muito mais jogadas possíveis do que o xadrez, então não dá para calcular todas. O AlphaGo combinou redes neurais e aprendizado por reforço, treinando com partidas humanas e jogando contra si mesmo.

CAPÍTULO 2

1. Dado é um registro bruto, sem contexto (por exemplo, 38,9). Informação é o dado organizado e com significado (a temperatura de um estudante é 38,9 °C).
2. a) número; b) categoria; c) texto; d) verdadeiro/falso; e) número.

3. Atributos são as colunas com as características de cada exemplo (peso, cor, acidez). O rótulo é a resposta que queremos que o modelo aprenda a prever (o nome da fruta).

4. Exemplos: dados faltando, erros de digitação, exemplos repetidos, rótulos errados, poucos exemplos de algum grupo, dados desatualizados.

5. Resposta pessoal argumentada. Úteis: notas, frequência, entregas de tarefas. Não deveriam ser usados: cor da pele, religião, renda da família ou endereço, porque podem gerar discriminação e são dados sensíveis.

6. A Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018) exige que o tratamento desses dados seja feito no melhor interesse deles; para crianças, é preciso o consentimento específico de pelo menos um dos pais ou responsável.

CAPÍTULO 3

1. Na programação tradicional, a pessoa escreve as regras e o computador as aplica aos dados para chegar às respostas. No aprendizado de máquina, o computador recebe dados e respostas e descobre as regras (o modelo) sozinho.
2. a) supervisionado; b) não supervisionado; c) por reforço; d) supervisionado.
3. É o resultado do treinamento: um conjunto de regras ou de números que o computador aprendeu a partir dos exemplos e que usa para responder a casos novos.
4. Porque os gatos aparecem em cores, tamanhos, posições, luzes e fundos diferentes. Seria preciso prever um número enorme de situações; com exemplos, o computador descobre os padrões sozinho.

5. Classificação: dizer se um e-mail é spam ou não.

Regressão: prever a temperatura de amanhã em graus (um número).

6. O agente aprende a ganhar pontos de um jeito que ninguém queria. Exemplo: um robô aspirador recompensado por “não ver sujeira” poderia aprender a cobrir o próprio sensor.

CAPÍTULO 4

1. a) limão (peso até 95 g); b) maçã (mais de 95 g, acidez até 45); c) laranja (mais de 95 g, acidez maior que 45).

2. Porque a primeira pergunta olha só o peso, e esse limão passou de 95 g. Uma solução é perguntar primeiro pela acidez (acidez maior que 75 indica limão) ou acrescentar mais uma pergunta no ramo do “sim”.

3. Laranja, porque é a resposta da maioria dos três vizinhos (2 contra 1).

4. Para evitar empates na votação: com k ímpar e duas categorias, sempre há uma maioria.

5. A distância é 5, porque a raiz de $3^2 + 4^2 =$ raiz de $25 = 5$. Foi usado o teorema de Pitágoras.

6. O peso, porque varia muito mais em número. A solução é **normalizar** os atributos, colocando todos na mesma escala, por exemplo de 0 a 1.

CAPÍTULO 5

1. Porque o modelo pode ter decorado esses exemplos. O teste com exemplos novos mostra se ele aprendeu de verdade e se vai funcionar com dados que nunca viu.

2. $45 \div 60 = 0,75$, ou seja, 75%.

3. É quando o modelo decora os exemplos de treino em vez de aprender o padrão geral, e erra em casos novos. Exemplo: decorar as respostas de uma lista de exercícios e não saber resolver uma questão um pouco diferente na prova.

4. Os dados de treino não representavam a situação de uso. Para melhorar, é preciso incluir exemplos com diferentes iluminações, fundos, pessoas e ângulos.

5. Classificou 19 mensagens como golpe ($15 + 4$). Dessas, 15 eram golpes de verdade.

6. Precisão $\approx 79\%$; revocação $= 75\%$. Resposta argumentada; em geral, o falso negativo é mais grave, porque deixa um golpe chegar à pessoa. O falso positivo incomoda, mas a mensagem pode ser recuperada.

CAPÍTULO 6

1. Entradas, pesos (um para cada entrada), a soma das entradas multiplicadas pelos pesos e a função de ativação, que decide a saída.

2. $Soma = 1 \times 0,5 + 0 \times 1,0 + 0 \times (-1,0) = 0,5$. Como 0,5 não passa de 0,8, a saída é 0 (não é cão).

3. Que aquela entrada diminui a soma, ou seja, puxa a resposta para o “não”. No exemplo, miar é um forte sinal de que o animal não é um cão.

4. É ajustar os pesos aos poucos, comparando a saída da rede com a resposta certa em muitos exemplos, até o erro ficar pequeno.

5. Porque têm milhões ou bilhões de pesos espalhados em muitas camadas. Não é possível olhar para esses números e entender, de forma simples, por que a rede deu uma certa resposta.

6. (0,0) soma 0, saída 0; (0,1) soma 1, saída 0; (1,0) soma 1, saída 0; (1,1) soma 2, saída 1. É a operação E (AND).

CAPÍTULO 7

1. Como uma grade de pixels, cada um com um número que indica o tom de cinza (de 0, preto, a 255, branco). Na imagem colorida, cada pixel tem três números: a quantidade de vermelho, de verde e de azul.

2. $1.000 \times 800 = 800.000$ pixels. Com três números por pixel, são 2.400.000 números.

3. Resultado: 0, 0, 6, 0. A borda está entre o terceiro e o quarto pixel, onde o valor muda de 2 para 8.

4. Exemplos de visão: desbloqueio pelo rosto, leitura de placas de carro, detecção de doenças em plantas, descrição de imagens para pessoas cegas. Exemplos de fala: assistentes de voz, legendas automáticas, ditado de textos.

5. Exemplos: aplicativos que descrevem fotos e leem textos em voz alta; legendas automáticas em vídeos e aulas; tradução de textos para Libras com avatares.

6. Até 1.000 erros por dia (1% de 100.000). Mesmo uma taxa pequena gera muitos erros quando aplicada a muitas pessoas, e cada erro pode significar uma pessoa abordada ou acusada injustamente.

CAPÍTULO 8

1. Ele prevê qual é o próximo pedaço de texto (token) mais provável, com base no texto anterior. Repetindo isso muitas vezes, gera frases e textos inteiros.

2. São os pedaços em que o texto é dividido para o modelo processar: palavras inteiras, partes de palavras, sinais de pontuação ou espaços.

3. É uma resposta falsa ou inventada, dita com segurança, como uma referência que não existe. Acontece porque o modelo gera o texto mais provável, e não consulta uma base de fatos verificados.

4. Guarda-chuva. Nos textos usados no treino, essa palavra aparece com muita frequência depois desse tipo de frase.

5. O de regras só responde ao que foi previsto pelo programador e responde sempre igual; o com modelo de linguagem gera respostas novas para quase qualquer pergunta, mas pode inventar informações.

6. Porque ele aprendeu com textos coletados até uma certa data (a data de corte do treinamento). Fatos posteriores só aparecem se o sistema fizer uma busca na internet ou receber o texto na pergunta.

CAPÍTULO 9

1. Exemplo: “Você é um professor de História. Sou estudante do 8º ano e estou estudando a Revolução Farroupilha. Explique as causas e as consequências em até 10 linhas, com linguagem simples, e indique dois livros ou sites confiáveis para eu conferir.”

2. Exemplos: nome completo, endereço, telefone, senhas, documentos, fotos de pessoas, informações de saúde e dados de colegas ou da família.

3. Para aprender: pedir que explique um conceito de outro jeito ou que faça perguntas para você treinar. No seu lugar: pedir a redação pronta e entregar como se fosse sua.

4. Procurando a mesma informação em fontes confiáveis (livros, sites oficiais, enciclopédias, veículos de imprensa reconhecidos), conferindo se as referências citadas existem e perguntando ao professor.

5. Exemplo: “Usei o chatbot X em 10/11 para revisar a ortografia do texto. As ideias, a pesquisa e a redação são minhas; conferi todas as correções sugeridas.”

6. Resposta conforme o serviço pesquisado. Avaliar se o estudante localizou as informações nos termos e na política de privacidade.

CAPÍTULO 10

1. É uma tendência sistemática de o sistema errar mais ou prejudicar certos grupos. Surge principalmente de dados de treino desequilibrados ou que refletem preconceitos,

mas também de escolhas de quem projeta o sistema.

2. Que ele acerte mais no grupo com 900 fotos e erre mais no outro. Para melhorar, é preciso coletar dados mais equilibrados e testar o modelo separadamente em cada grupo.

3. Exemplos: boca fora de sincronia com a voz, piscadas estranhas, bordas borradas no rosto, iluminação incoerente, voz robótica, conteúdo muito chocante e fonte desconhecida.

4. Positivo: monitorar desmatamento e queimadas, prever safras e eventos climáticos. Atenção: os centros de dados gastam muita energia elétrica e água para resfriamento.

5. Resposta pessoal argumentada. Exemplo: o tradutor passa a revisar traduções automáticas; continuam importantes o conhecimento da cultura, a sensibilidade com o texto e a responsabilidade pelo resultado.

6. Resposta argumentada. Exemplos: não usar dados sensíveis, testar o desempenho em diferentes grupos, explicar à pessoa os motivos da decisão, garantir revisão humana e permitir contestação.

CAPÍTULO 11

1. “Não entendi. Pergunte sobre horário, empréstimo ou prazo.” Porque nenhuma das palavras previstas nas regras aparece na pergunta.

2. Porque o programa conta “gostei” como positiva e não entende o “não”. Uma correção é verificar se a palavra anterior é “não” e, nesse caso, inverter o sinal.

3. 60%. Ela errou a maçã de 115 g com acidez 50 (disse laranja) e o limão de 100 g com acidez 92 (disse laranja).

4. Com $k = 1$, a resposta é a do vizinho mais próximo, o que deixa o modelo sensível a exemplos com rótulo errado. Com $k = 12$, todas as frutas votam e cada categoria recebe 4 votos: há empate, e o **max** devolve o primeiro nome da lista ordenada (o do vizinho mais próximo). A votação perde o sentido.

5. Porque o modelo olha só para a palavra anterior. Ele não sabe o que foi dito antes nem o sentido da frase, e o texto de treino é muito pequeno.

6. Aprende o OU em poucas rodadas. Não aprende o OU exclusivo: os erros nunca chegam a zero, porque um único neurônio só separa os exemplos com uma reta, e o OU exclusivo não pode ser separado assim.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 ago. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Normas sobre Computação na Educação Básica: complemento à BNCC**. Resolução CNE/CEB nº 1, de 4 de outubro de 2022.
- BUOLAMWINI, Joy; GEBRU, Timnit. Gender Shades: intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. **Proceedings of Machine Learning Research**, v. 81, p. 77-91, 2018.
- GURARI, Danna et al. VizWiz Grand Challenge: answering visual questions from blind people. In: **IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)**, 2018.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy and AI**. Paris: IEA, 2025.
- ROSENBLATT, Frank. The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. **Psychological Review**, v. 65, n. 6, p. 386-408, 1958.
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial: uma abordagem moderna**. 4. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2022.
- TURING, Alan M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, v. 59, n. 236, p. 433-460, 1950.
- UNESCO. **Guidance for generative AI in education and research**. Paris: UNESCO, 2023.
- UNESCO. **AI competency framework for students**. Paris: UNESCO, 2024.
- UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) 2024/1689 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de junho de 2024 (Regulamento da Inteligência Artificial). **Jornal Oficial da União Europeia**, 12 jul. 2024.
- VASWANI, Ashish et al. Attention is all you need. In: **Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NeurIPS)**, 2017.

Todas as ilustrações desta apostila foram criadas pela autora especialmente para este material. Os códigos foram testados em Python 3 e podem ser copiados, modificados e usados em sala de aula. Esta obra está licenciada sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).