

FUNDAMENTOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

96 minutos

- > [Aula 1 - Introdução a inteligência artificial](#)
- > [Aula 2 - Inteligência artificial, sociedade e ética](#)
- > [Aula 3 - Agentes inteligentes](#)
- > [Aula 4 - Tecnologias da inteligência artificial](#)
- > [Referências](#)

Aula 1

INTRODUÇÃO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Nesta aula, você terá uma introdução sobre os fundamentos e a história da IA. A partir desses conceitos iniciais, você será capaz de definir o que é a IA e visualizar algumas aplicações comerciais.

23 minutos

INTRODUÇÃO

Uma das tecnologias computacionais que mais cresce atualmente é a Inteligência Artificial (IA). A IA está ligada à capacidade de um computador digital executar tarefas comumente associadas a seres inteligentes. Estão surgindo cada vez mais pesquisas no reconhecimento de padrões, seja com uso de reconhecimento facial, de voz, textos manuscritos, entre outros. Isto tem levado várias empresas de todos os portes, tanto no exterior quanto no Brasil, a investirem em aplicações “inteligentes” e buscarem por profissionais capacitados nas tecnologias de IA.

Nesta aula, você terá uma introdução sobre os fundamentos e a história da IA. A partir desses conceitos iniciais, você será capaz de definir o que é a IA e visualizar algumas aplicações comerciais.

Você está pronto para conhecer o universo da IA? Então, vamos começar!

O QUE É A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

O termo Inteligência Artificial já vem sendo usado há vários anos, seja nas pesquisas acadêmicas ou até mesmo na ficção em livros e filmes. Talvez você já tenha se perguntado “O que é a Inteligência Artificial?”, “É possível uma máquina ser inteligente?”, ou até mesmo “Será que um dia teremos robôs inteligentes como nos filmes de ficção científica?”. Embora a realidade atual ainda esteja um pouco distante da que se encontra nas obras de ficção, e ainda estejamos a alguns anos de ter robôs à nossa disposição, a Inteligência Artificial (IA) já está causando um impacto profundo no nosso cotidiano de formas mais sutis.

Várias definições de IA surgiram nas últimas décadas e parece não haver um consenso entre os pesquisadores do assunto. Isto porque há diversas maneiras de definir o que é inteligência sob o ponto de vista humano (OLIVEIRA, 2018). McCarthy (2004) define a IA como a ciência e engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas de computadores inteligentes. O conceito está relacionado à tarefa semelhante de usar computadores para entender a inteligência humana, mas que não precisa se limitar a métodos biologicamente observáveis. Já para Lima, Pinheiro e Santos (2014), a IA é o conjunto de ações que seriam consideradas inteligentes se fossem realizadas por um ser humano.

Diante de diversas definições, você pode inferir que a IA é uma simulação de tarefas de **inteligência humana** realizada por máquinas, especialmente sistemas computacionais. Assim, você pode entender que o problema em definir **Inteligência Artificial** está ligado com a definição da própria inteligência. E o que poderia ser entendido como **inteligência**? Embora não haja apenas uma definição, Medeiros (2018) enumera alguns aspectos que caracterizam a inteligência: capacidade de resolver problemas; aprendizado com o ambiente; desenvolvimento de estruturas cognitivas; e orientação a metas. Da mesma forma, uma máquina considerada inteligente deve apresentar essas características.

Em geral, os sistemas de IA funcionam recebendo grandes quantidades de dados de treinamento rotulados, analisando os dados para correlações e padrões e usando esses padrões para fazer previsões sobre estados futuros. A programação de IA se concentra em três habilidades cognitivas: aprendizado, raciocínio e autocorreção. Os **processos de aprendizagem** se concentram na aquisição de dados e na criação de regras sobre transformar os dados em informações acionáveis. As regras, que são chamadas de algoritmos, fornecem aos dispositivos de computação instruções passo a passo sobre como concluir uma tarefa específica. Já os **processos de raciocínio** se concentram em escolher o algoritmo certo para alcançar um resultado desejado, ou seja, a tomada de decisão. Os **processos de autocorreção** são projetados para serem ajustados continuamente, melhorando seus resultados.

Você não precisa ler este texto para saber que a IA já está presente no dia a dia das pessoas e que ela se tornou fundamental para a maior parte dos aplicativos de celular e dispositivos físicos modernos. Além das pesquisas acadêmicas, você pode encontrar a IA na robótica, na medicina, em aplicativos de smartphones, eletrônicos e eletrodomésticos, em empresas e diversas outras áreas. E a tendência é aumentar cada vez mais.

## HISTÓRIA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O assunto **Inteligência Artificial** começou a ser discutido depois da obra seminal de Alan Turing, "*Computing Machinery and Intelligence*" (TURING, 1950) em que ele levantou a pergunta: "As máquinas podem pensar?". Neste trabalho, Alan Turing propôs um teste para fornecer uma definição operacional satisfatória da inteligência, conhecido como Teste de Turing. Esse teste é comumente aplicado a computadores e funciona do seguinte modo: um computador passa no teste se um ser humano interrogador, após fazer algumas perguntas escritas, não puder dizer se as respostas foram escritas por uma pessoa ou um computador. Dessa forma, passamos a estudar como construir entidades inteligentes a partir dessa definição de Turing.

Mais seriamente, podemos dizer que a IA começou logo após a II Guerra Mundial, tendo recebido oficialmente esse nome do pesquisador John McCarthy. Embora o termo "racionalidade computacional" teria sido mais preciso (e menos assustador) para o que McCarthy e os cientistas da época pensavam em projetar, o termo "Inteligência Artificial" acabou se tornando mais popular (RUSSELL; NORVIG, 2003). No final dos anos 1950, os cientistas Allen Newell, J. C. Shaw, e Herbert Simon desenvolveram o primeiro programa de software de IA em execução, o Logic Theorist. Ainda na mesma década, em 1958, John McCarthy criou a linguagem Lisp, que se tornou a linguagem dominante na área de IA por mais de 30 anos.

As tentativas de compreensão do funcionamento do cérebro humano possibilitaram que diversos avanços surgissem na ciência da computação. O auxílio de métodos e ferramentas computacionais que automatizassem os cálculos também permitiu que os pesquisadores das neurociências utilizassem algoritmos capazes de simular o cérebro animal e efetuar suposições sobre o seu funcionamento. Em 1967, Frank Rosenblatt constrói o primeiro computador, Mark 1 Perceptron, com base em uma rede neural capaz de "aprender" por tentativa e erro. No ano seguinte, Marvin Minsky e Seymour Papert publicaram o livro *Perceptrons*, que se tornou a referência nos estudos de redes neurais.

Diante da promessa da IA, muito investimento foi feito pelo governo e por empresas. Contudo, a conquista se mostrou ilusória, com poucos resultados e foi prejudicada pelas limitações no processamento e na memória do computador e pela complexidade do problema. Levando ao período conhecido como primeiro "Inverno de IA". A partir dos anos 1980, o algoritmo *back propagation* (propagação retroativa) para treinamento das redes neurais passou a ser amplamente usado em aplicações de IA. O que levou novamente o interesse pela IA. Entretanto, não durou muito. Levando a um segundo "Inverno de IA", que durou até meados dos anos 1990.

Com o aumento do poder computacional, assim como o surgimento de novas técnicas, no final da década de 1990, o interesse pela IA renasceu e continua até os tempos atuais. Mais recentemente, com o surgimento da Internet, passamos a ter menos preocupação com os algoritmos e mais oportunidades com o uso de dados (RUSSELL; NORVIG, 2003). Atualmente, a IA está dividida em uma série de subáreas complementares, como processamento de linguagem natural, aprendizagem de máquina e raciocínio automático. Entre as principais aplicações de IA que podemos destacar, estão os veículos robóticos, os sistemas de reconhecimento de voz, os algoritmos de combate ao SPAM e os tradutores automáticos.

## A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E O MERCADO DE TRABALHO

Enquanto os executivos elaboram estratégias para o futuro de suas organizações, as empresas planejam aprimorar sua diferenciação competitiva e excelência de serviço, expandindo suas competências digitais. A IA, principalmente em conjunto com o uso de chatbots inteligentes e a aplicação de técnicas de *Deep Learning* (aprendizado profundo), está fazendo uma grande diferença para as empresas e impulsionando a transformação digital no mundo.

Há inúmeras aplicações reais de sistemas de IA em diversas áreas do mercado de trabalho. Alguns exemplos:

- **Negócios:** a IA é utilizada em plataformas de análise e gerenciamento de relacionamento com o cliente visando proporcionar o melhor atendimento aos clientes. Um exemplo comum é o uso de chatbots, que são robôs de chats on-line que possibilitam um atendimento mais rápido. Também é utilizada para coletar informações de avaliações dos clientes sobre suas marcas com sistemas que verificam postagens de mídia social, avaliações e classificações.
- **Saúde:** aplicações com IA na saúde são utilizadas principalmente em sistemas de diagnóstico automático com o objetivo de melhorar a agilidade e precisão dos diagnósticos. Assim como nos negócios, a IA também pode ser usada na saúde para auxiliar o atendimento clínico. Além disso, é possível encontrar em pesquisas científicas e administração de medicamentos. A IBM Watson é uma tecnologia capaz de entender linguagem natural para responder perguntas. A IA também se mostrou bastante útil na pandemia do Covid-19. Na China, robôs autônomos foram utilizados para transporte de alimentos e medicamentos aos pacientes em quarentena, diminuindo assim o contágio da equipe médica.
- **Segurança:** um dos principais diferenciais apresentados em ofertas de sistemas de segurança atualmente é a utilização de IA. Softwares de gerenciamento de eventos e informações de segurança utilizam IA para detectar atividades suspeitas e possíveis ameaças. Soluções de IA são implementadas na cibersegurança aprendendo com dados anteriores para identificar padrões e tendências para fazer previsões sobre ataques futuros.
- **Manufatura:** a manufatura foi pioneira na automatização de processos com o uso de robôs. Com a implementação da IA, os robôs industriais, que antes realizavam tarefas únicas e separadas dos humanos, agora estão cada vez menores, multitarefa e colaborando com humanos.
- **Educação:** sistemas com IA são utilizadas para auxiliar os educadores automatizando a avaliação. Os tutores de IA são utilizados para avaliar os alunos e adaptar o ensino às suas necessidades, ajudando-os a trabalhar no seu próprio ritmo.
- **Direito:** a IA pode ser utilizada para automatizar o processo de vasculha em documentos. Este processo pode ser muito estressante, demorado e pouco produtivo quando realizado por humanos. Com o uso de técnicas de IA é possível extrair e processar informações de documentos economizando tempo e melhorando o atendimento ao cliente.

Diversas outras aplicações utilizam IA para reconhecimento de padrões, tais como reconhecimento facial, de voz ou de caracteres para soluções de problemas. Você consegue lembrar alguma outra aplicação de IA presente no seu dia a dia?

VIDEOAULA

Olá, estudante. Nesta aula, você verá definições, características, fundamentos e a história da Inteligência Artificial moderna. A partir desses conceitos iniciais, você será capaz de definir o que é a IA e compreender como suas aplicações funcionam. Você verá também algumas aplicações de IA em diferentes áreas do mercado de trabalho e como essas aplicações estão modificando o dia a dia no Brasil e no mundo.

Videoaula

Para visualizar o objeto, acesse seu material digital.

**🔗 Saiba mais**

Alan Turing, matemático, cientista da computação e atualmente conhecido como o pai da computação, desempenhou um papel essencial na criação do computador moderno. Se você deseja conhecer mais sobre ele, o filme *O Jogo da Imitação* relata seu envolvimento com a agência de inteligência britânica MI6, em 1939, onde ele visava entender os códigos nazistas por meio criptógrafos aparentemente inquebráveis. Vale muito a pena conferir!

Aula 2

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, SOCIEDADE E ÉTICA

*Atualmente, a IA já traz diversas discussões sobre vieses sociais reproduzidos por algoritmos de IA. Mas se a Inteligência Artificial não é preconceituosa por natureza e nem capaz de aprender algo que não foi programada a fazer, como seria possível ela reproduzir preconceitos?*

24 minutos

INTRODUÇÃO

Você já parou para pensar como seria se atualmente fosse possível criar robôs com consciência? Robôs com “inteligência” igual à dos humanos ou até superior? Estas são hipóteses discutidas por uma área da Inteligência Artificial. Inevitavelmente, essa situação levantaria discussões éticas sobre qual seria o papel dos robôs em nossa sociedade. Entretanto, não é preciso esperar essa realidade para discutir o impacto da IA na sociedade.

Atualmente, a IA já traz diversas discussões sobre vieses sociais reproduzidos por algoritmos de IA. Mas se a Inteligência Artificial não é preconceituosa por natureza e nem capaz de aprender algo que não foi programada a fazer, como seria possível ela reproduzir preconceitos? Bora conferir? Partiu para a aula!

## CONSCIÊNCIA ARTIFICIAL

Antes de definir o que é a Consciência Artificial, é interessante você entender quais são os tipos de Inteligência Artificial (IA), a qual pode ser classificada em **IA fraca** e **IA forte**.

A IA fraca, também chamada de IA estreita, representa a maior parte da IA que nos cerca hoje. Este tipo de IA é treinada e aplicada para soluções específicas, sua “inteligência” não pode ser utilizada em outros problemas. Ou seja, um drone programado para rastreamento pode aprender a ser muito bom nesta tarefa, mas completamente incapaz de realizar qualquer outra tarefa que para a qual não foi programado. Embora seja chamada de fraca, é responsável por aplicações robustas como Alexa da Amazon, IBM Watson e veículos autônomos.

A IA forte é composta por: IA geral (AGI, do inglês *Artificial General Intelligence*) e super IA (ASI, do inglês *Artificial Super Intelligence*). A AGI é modelo teórico de IA em que uma máquina seria consciente, com a capacidade de resolver problemas, aprender e até mesmo planejar o seu próprio futuro. Ou seja, teria uma inteligência igual à dos humanos. Já a ASI, também chamada de superinteligência, superaria a inteligência e a habilidade do cérebro humano (IBM CLOUD EDUCATION, 2020).

Embora a IA forte ainda seja apenas teórica, nos leva ao questionamento: “As máquinas podem ter consciência?”. Este questionamento não é novo e desempenha um papel importante nas discussões entre a IA forte e a IA fraca. Enquanto alguns autores defendem que um computador adequadamente programando é uma mente capaz de entender e ter estados cognitivos, outros dizem que as máquinas são capazes apenas de simular o pensamento e a compreensão.

A **Consciência Artificial**, também conhecida como consciência de máquina ou consciência sintética, refere-se a uma máquina criada pelo homem que seja ciente da sua própria existência. Diferente da AGI, a Consciência Artificial não implica apenas na inteligência, mas na senciência e ser autoconsciente. Em geral, os pesquisadores concordam amplamente que as máquinas atuais não têm consciência (HILDT, 2019). Em julho de 2022, a Google demitiu um de seus engenheiros, Blake Lemoine, por ter afirmado que a LaMDA (do inglês *Language Model for Dialogue Applications*, Linguagem para Aplicações de Diálogo) dava resposta como “uma pessoa consciente”. Segundo a empresa, as alegações do engenheiro não tinham fundamento.

Se em algum momento a Consciência Artificial deixar de ser apenas teórica, haverá discussões gigantescas sobre como a sociedade vai lidar com isso. Se uma máquina tiver consciência, quais direitos ela teria de acordo com a lei? Deveriam ser criadas novas leis que as incluíssem ou leis específicas para elas? Como a Consciência Artificial ainda é, em grande parte, um assunto teórico, essa ética ainda não foi desenvolvida.

Ainda que essas discussões possam estar distantes, o uso de IA fraca (por ser a única com exemplos práticos, vamos continuar usando o termo Inteligência Artificial de maneira ampla) também levanta questões éticas.

## USO ÉTICO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Você viu até aqui que os sistemas de Inteligência Artificial são treinados para se especializar em tarefas específicas. Para que esses sistemas possam aprender padrões e fazer previsões sobre estados futuros, é necessário que sejam fornecidas grandes quantidades de dados de treinamento, rotulados ou não, e a partir desses dados analisar correlações e padrões. Contudo, eles também levantam questões éticas porque, seja para o bem ou para o mal, um sistema de IA reforça o que já aprendeu. Ou seja, eles são tão inteligentes quanto os dados que recebem no treinamento. Isto pode ser problemático, pois os vieses dos dados podem comprometer os resultados.

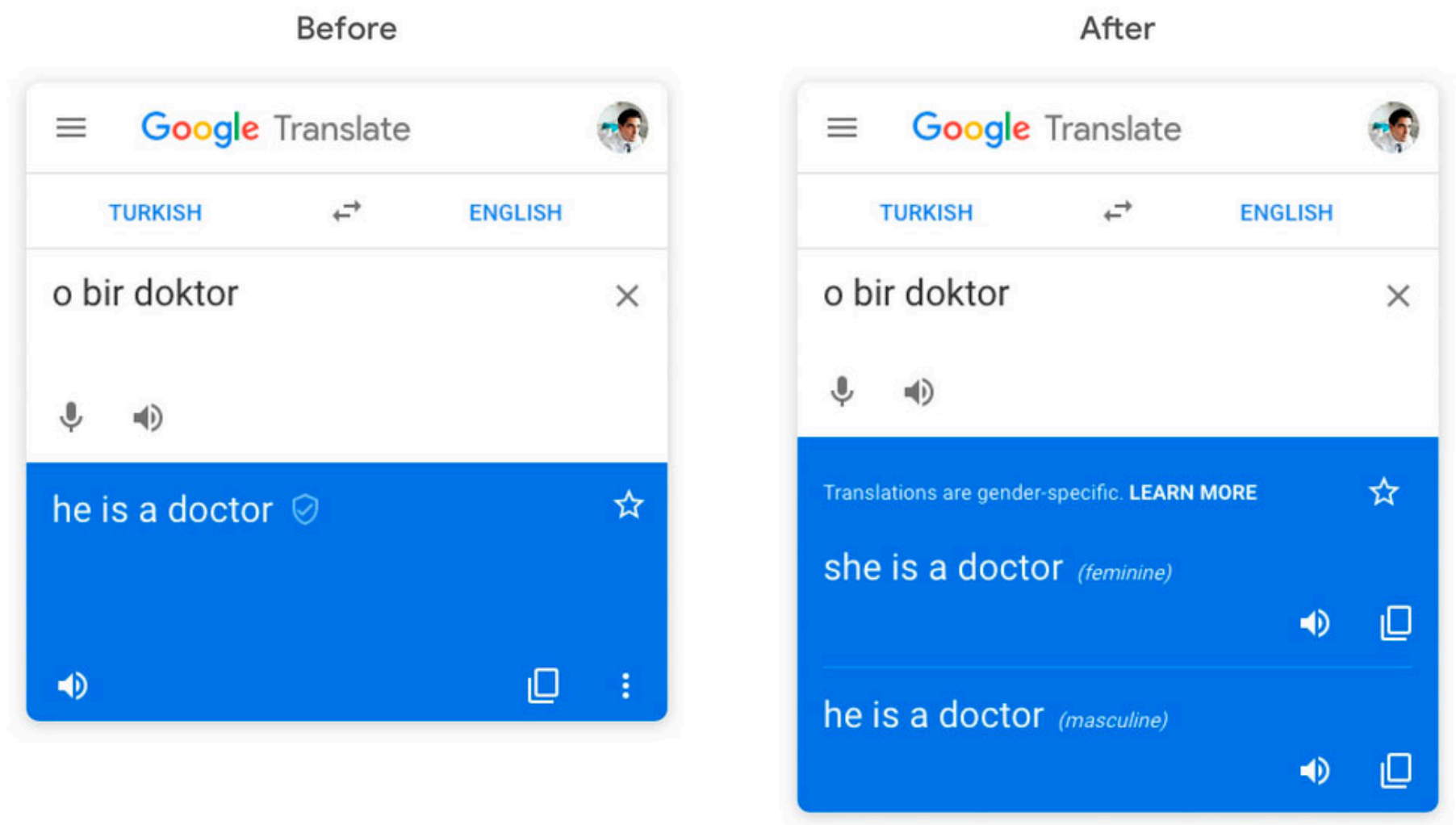
O viés na IA ocorre quando uma máquina fornece resultados diferentes para um grupo de pessoas, em comparação com outro. Esses resultados de viés normalmente seguem vieses sociais conhecidos, como raça, gênero, sexo, nacionalidade ou idade (SENEOR; MEZZANOTTE, 2022). Este problema pode vir de dados de treinamento não representativos ou incompletos ou da dependência de informações falhas que refletem desigualdades históricas (LEE; RESNICK; BARTON, 2019). Esses sistemas de IA com viés têm grandes implicações na vida real. Os setores privado e público estão cada vez mais recorrendo a sistemas de inteligência artificial (IA), aplicações com reconhecimento facial são cada vez mais comuns. Vários níveis de aplicação da lei e da Alfândega e Proteção de Fronteiras dos EUA usam tecnologia de reconhecimento facial para apoiar o policiamento e as triagens nos aeroportos, respectivamente (RAUENZAHN; CHUNG; KAUFMAN, 2021).

Nos últimos anos já vêm sendo discutidos os casos de sistemas de IA que produzem vieses sociais, prejudicando determinados grupos de pessoas, tomando decisões racistas, sexistas ou outras fontes de preconceitos. O Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia dos Estados Unidos (NIST, do inglês *National Institute of Standards and Technology*) realizou uma pesquisa com 189 algoritmos de reconhecimento facial e descobriu que a sua maioria apresentava vieses. Segundo os pesquisadores, esses modelos identificaram falsamente rostos negros e asiáticos de 10 a 100 vezes mais do que rostos brancos e identificavam falsamente as mulheres mais do que os homens (RAUENZAHN; CHUNG; KAUFMAN, 2021).

Além dos vieses dos dados em reconhecimento facial, questões éticas em outras aplicações também são discutidas. Situações como preconceito racial em aplicações de IA na saúde, em que incorporar a raça em dados e decisões de cuidados de saúde pode involuntariamente promover disparidades raciais na saúde (HEALTH EQUITY, 2021). Outros exemplos, como a ferramenta de recrutamento da Amazon que desfavorecia mulheres (DASTIN, 2018) e algoritmos de previsão de reincidência de criminosos usados pelos tribunais dos EUA (LEMPINEN, 2020) também levantaram discussões.

Um exemplo de empresa que corrigiu o viés no seu sistema de IA foi o Google Tradutor. Antes, ao traduzir de idiomas que não possuem gênero, as palavras “médico(a)” ou “forte” e “enfermeiro(a)” ou “lindo(a)” para uma língua que diferencia gêneros, a tradução se referia a médico(a) ou forte como masculino e enfermeiro(a) ou lindo(a) como feminino. Como observado na Figura 1, o Google corrigiu, apresentando a versão masculina e feminina da tradução.

Figura 1 | Traduções específicas de gênero no site do Google Tradutor



Fonte: Kuczmarski (2018).

Algoritmos tendenciosos podem levar a decisões que podem ter um impacto coletivo e díspar em certos grupos de pessoas, mesmo sem a intenção do programador de discriminar (LEE; RESNICK; BARTON, 2019). Portanto, se você deseja implementar algoritmos de Inteligência Artificial, precisa levar em consideração a ética em seus processos de treinamento de IA e se esforçar para evitar vieses nos dados.

## REDUZINDO O PRECONCEITO NA IA

Muitas das aplicações de Inteligência Artificial visam contornar a subjetividade ou erros humanos, mas, como você viu, os algoritmos usados na IA são tão bons quanto os dados usados para criá-los e esses dados geralmente refletem preconceitos raciais, de gênero e outros preconceitos humanos. A IA, por natureza, não é preconceituosa, portanto, é preciso aprender a lidar com os possíveis vieses.

Britt (2021) dá quatro dicas de como reduzir o viés na IA: (1) Revise os dados de treinamento de IA; (2) Verifique e verifique novamente a decisão da IA; (3) Obtenha informações diretas de seus clientes; (4) Use o monitoramento constante para evitar o viés de IA.

**Revise os dados de treinamento de IA:** o primeiro lugar de onde os vieses podem surgir são dos dados usados para treinamento. Em vista disso é preciso garantir que o sistema não possua viés ao entender os dados de treinamento. Um conjunto de dados pequeno é mais suscetível a possuir viés quando aplicado no “mundo real”, entretanto, não significa que conjuntos de dados grandes não possuam.

Além disso, é preciso entender a relação dos dados. Não é porque um grupo étnico de um ponto de vista histórico seja mais propenso a uma determinada situação, que um indivíduo seja mais propenso a essa situação por ser desse grupo étnico. Um sistema que considere isso como um fator para tomada de decisão irá reforçar preconceitos estruturais da sociedade.



Talvez você pense que a melhor maneira seria simplesmente eliminar as fontes de viés, como raça, sexo, idade, etc. Contudo, não é tão simples assim. Pois, dependendo da aplicação, essas características podem perder seu significado. Portanto, é preciso fazer um tratamento nos dados, considerando as particularidades do problema, de maneira que o resultado da aplicação seja imparcial.

**Verifique e verifique novamente a decisão da IA:** mesmo que sejam corrigidas as falhas nos dados de treinamento, os resultados ainda podem ser problemáticos porque o contexto é importante durante a fase de detecção de viés. Diversos pesquisadores já apresentaram abordagens de pré-processamento e de pós-processamento com o objetivo de impor restrições de imparcialidade a modelos de IA. Além disso, é importante verificar os resultados em arquiteturas diferentes. Diante disso, é importante que as decisões tomadas pelo sistema desenvolvido sejam avaliadas, não apenas por métricas, mas também empiricamente. O ponto de vista humano do resultado é essencial, uma vez que a maioria das aplicações de IA são para humanos.

**Obtenha informações diretas de seus clientes:**é importante para a maioria dos sistemas de IA olhar para experiências do cliente. A coleta de informações pode ser feita por meio de questionários, comentários ou uso de chatbots. Entretanto, a IA pode documentar as respostas, mas não é capaz de registrar as suas nuances. Por isso, é preciso uma interpretação humana das informações obtidas.

**Use o monitoramento constante para evitar o viés de IA:** ainda que a IA não apresente viés no início, com o decorrer do tempo pode acontecer. A revisão e o monitoramento dos resultados são essenciais para garantir que não surjam eventualmente vieses na execução do sistema.


Não existe uma receita pronta de como você deve construir sua aplicação, entender as particularidades do seu problema é essencial para que você construa um sistema eficiente e sem vieses.

VIDEOAULA

Olá, estudante. Neste vídeo serão discutidos quais são os tipos de IA e suas principais características. A partir desses conceitos, você entenderá o que é Consciência Artificial. Além disso, você verá também qual a relação da ética com a Inteligência Artificial, ocasiões em que sistemas de IA reproduziram preconceitos e o que você deve fazer para evitar que aconteça nas soluções que você possa desenvolver.

Videoaula

Para visualizar o objeto, acesse seu material digital.

**Saiba mais**

Estudante,

Se você deseja aprofundar seus conhecimentos sobre Consciência Artificial, recomendo a leitura do artigo *“Consciência artificial: um universo dentro da máquina”*, de Cássio Panteleoni. Ele menciona que, independentemente da qualificação de uma IA, nenhuma máquina projetada para ser consciente

conseguirá alcançar a presença da mente humana e seu comprometimento existencial.

Além disso, para saber mais sobre a Inteligência Artificial no contexto do problema do viés, sugerimos a leitura do capítulo “A IA e o problema do viés”, no livro *“Desmitificando a Inteligência Artificial”*, de Dora Kaufman (p.32-37). Este capítulo caracteriza a IA como um sistema que apresenta o viés devido a bases de dados tendenciosas, o que pode surgir até mesmo antes da coleta de dados.

### Aula 3

## AGENTES INTELIGENTES

*Os agentes inteligentes são entidades capazes de tomar decisões colocando a Inteligência Artificial em prática. Esses agentes interagem com seu ambiente percebendo seus arredores por meio de sensores e, em seguida, agindo por meio de atuadores.*

23 minutos

### INTRODUÇÃO

O que vem a sua mente quando ouve “agentes inteligentes”? Este termo não se refere a superespões ou de agentes da ABIN, FBI ou CIA. Os agentes inteligentes são entidades capazes de tomar decisões colocando a Inteligência Artificial em prática. Legal, não é? Esses agentes interagem com seu ambiente percebendo seus arredores por meio de sensores e, em seguida, agindo por meio de atuadores. Esses programas podem ser usados para coletar informações de forma autônoma em uma programação regular e programada ou quando solicitado pelo usuário em tempo real. Carros autônomos e assistentes virtuais são exemplos conhecidos de agentes inteligentes em IA. Bora estudar? Então, vem comigo!

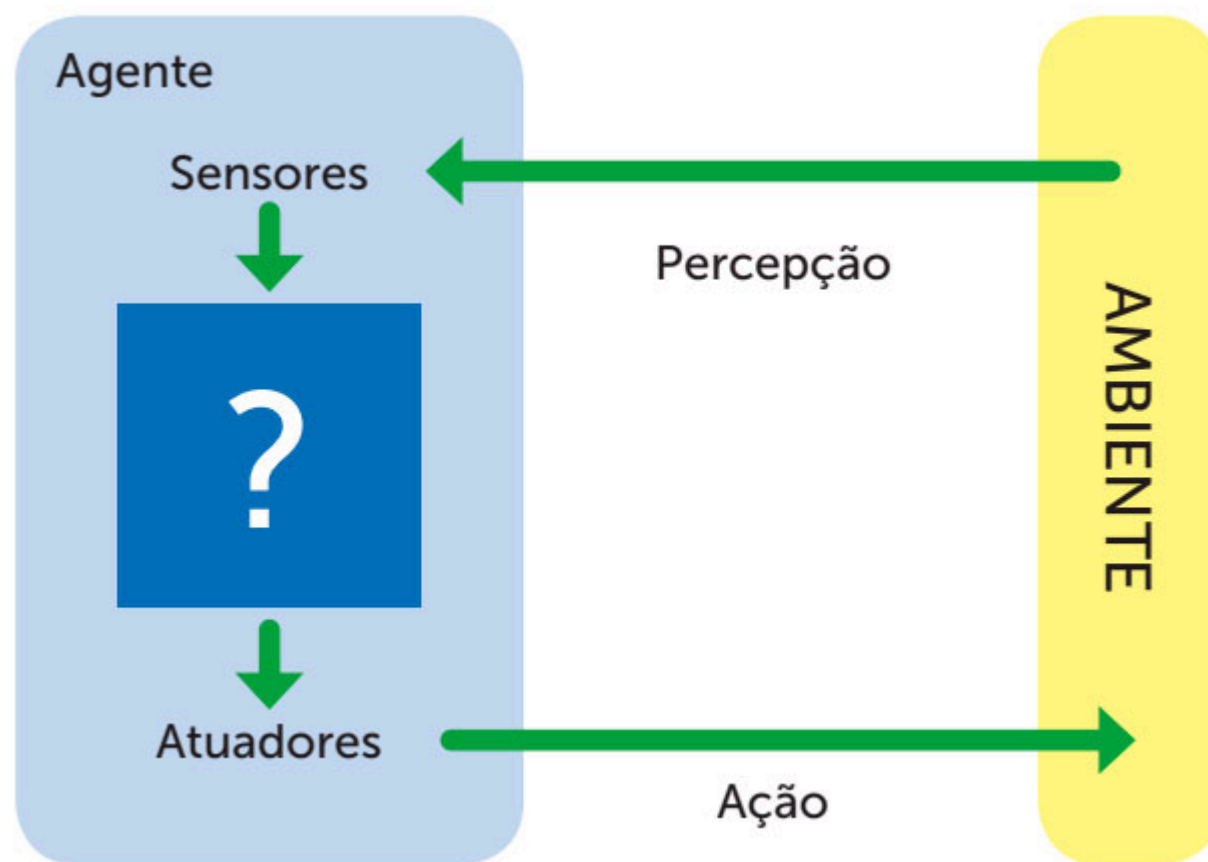
### O QUE É UM AGENTE NA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

A Inteligência Artificial consiste em máquinas capazes de agir racionalmente, e diante disso, é possível definir um **agente** como uma entidade capaz de perceber o **ambiente** a partir de **sensores** e interagir com este ambiente por meio de **atuadores** (RUSSEL; NORVIG, 2013). Uma possível analogia para entender melhor essa definição é comparar o agente com o corpo humano. Os sensores são equivalentes aos órgãos que captam os 5 sentidos, tais como olhos, língua, nariz, etc. e os atuadores são equivalentes aos órgãos que se movem, como as mãos, pés, etc. O ambiente, por sua vez, é o contexto de atuação do agente.

Sistemas autônomos utilizam sensores, como câmeras de espectro visível ou infravermelho, sensores de som, ultrassom, temperatura, entre outros, para identificar atividades ou sinais em um determinado ambiente.

Além disso, são dotados de atuadores, sejam relés, servomotores, motores, pistões ou outros, que realizam alguma operação a partir dos sinais captados pelos sensores. A Figura 1 apresenta essa relação. Ou seja, este agente pode tomar decisões ou executar um serviço com base em seu ambiente.

Figura 1 | Relação do agente com o ambiente



Fonte: Oliveira (2018, p. 52).

Nesse contexto, vemos que os agentes usam seus atuadores para percorrer um ciclo de **percepção**, **pensamento** e **ação**. Ou seja, o agente pode escolher seu curso de ação de acordo com a percepção do ambiente, consequentemente alterando o ambiente e, então, captando novas informações. Um agente de IA precisa seguir quatro regras:

- **Regra 1:** deve ter a capacidade de perceber o ambiente.
- **Regra 2:** a percepção deve ser usada para tomar decisões.
- **Regra 3:** a decisão deve resultar em uma ação.
- **Regra 4:** A ação tomada por um agente de IA deve ser uma ação racional.

Além disso, o agente pode ser chamado de “inteligente” devido à sua capacidade de aprender durante o processo de execução de tarefas. Segundo Mbaabu (2020), os agentes inteligentes têm as seguintes características distintivas:

- Têm algum nível de autonomia que os permite realizar determinadas tarefas por conta própria;
- Têm capacidade de aprendizado para aprender enquanto realizam tarefas;
- Podem interagir com outras entidades, como humanos, sistemas ou outros agentes;
- Novas regras podem ser acomodadas por agentes inteligentes de forma incremental;
- Têm hábitos orientados a objetos;
- São baseados em conhecimento sobre comunicações, processos e entidades.

É dito que um agente é **racional** quando tem preferência clara e age de forma a maximizar sua **medida de desempenho** com todas as ações possíveis. A medida de desempenho define o critério de sucesso da tarefa.

Ou seja, um agente racional procura tomar as decisões corretas. Para um agente de IA, a ação racional é mais

importante porque no algoritmo de aprendizado por reforço de IA, para cada melhor ação possível, o agente recebe a recompensa positiva e para cada ação errada, um agente recebe uma recompensa negativa. A racionalidade difere da onisciência porque um **agente onisciente** conhece o resultado real de sua ação e age de acordo com ela, o que não é possível na realidade.

## TIPOS DE AGENTES INTELIGENTES

Os tipos de agentes inteligentes podem ser agrupados em cinco classes, com base em seu grau de inteligência e capacidade percebidas: (1) agentes reativos simples; (2) agentes reativos baseados em modelo; (3) agentes baseados em objetivo; (4) agentes baseados em utilidade; (5) agentes de aprendizagem. A seguir, indicamos as principais características de cada tipo.

Os **agentes reativos simples** ignoram o histórico de percepção e agem apenas com base na percepção atual. A história de percepção é o histórico de tudo que o agente percebeu do ambiente até o momento. A função desses agentes é baseada na regra condição-ação que mapeia o estado, ou seja, uma condição para uma ação. A ação é tomada se uma condição for verdadeira, independentemente do passado. Esses agentes são aplicáveis para ambientes totalmente observáveis. Em ambientes parcialmente observáveis, esses agentes com frequência ficam, inevitavelmente, em *loops* infinitos.

Os **agentes reativos baseados em modelo** escolhem suas ações como os agentes reativos simples, mas têm uma visão mais abrangente do ambiente. Isto porque consideram a história da percepção em suas ações para encontrar uma regra cuja condição corresponda à situação atual. Devem manter algum tipo de estado interno que é ajustado por cada percepção. Assim, esses agentes podem lidar com ambientes parcialmente observáveis.

Os **agentes baseados em objetivo** expandem o armazenamento de informações dos agentes baseados em modelo, incluindo também informações de objetivo ou informações sobre situações desejáveis. A função desses agentes é tomar decisões com base no quão longe eles estão atualmente de seu objetivo. Todas as suas ações destinam-se a reduzir sua distância do objetivo. O objetivo, assim como o conhecimento desses agentes, pode ser modificado, o que os torna mais flexíveis.

Já os **agentes baseados em utilidade** são desenvolvidos tendo seus usos finais como blocos de construção. Esses agentes são semelhantes aos agentes baseados em objetivo, mas fornecem uma medida de utilidade extra que classifica cada cenário possível em seu resultado desejado e escolhem a ação que maximiza o resultado. Esses agentes são usados quando existem várias alternativas possíveis. Eles escolhem as ações com base em uma preferência (utilidade) para cada estado. Em alguns problemas, simplesmente chegar no objetivo não é suficiente. Pode ser preciso escolher um caminho mais rápido, seguro e barato para chegar a um destino.

Os **agentes de aprendizagem** empregam um elemento de aprendizado que os permitem melhorar gradualmente e se tornarem mais informados sobre um ambiente ao longo do tempo. Esse elemento de aprendizagem utiliza informações passadas para decidir como os elementos de desempenho devem ser alterados gradualmente para mostrar melhorias. Eles iniciam agindo com conhecimento básico e se aperfeiçoam por meio do aprendizado. Os agentes de aprendizagem têm os seguintes elementos:

- **Elemento de aprendizagem:** permite que os agentes de aprendizagem aprendam com experiências anteriores;
- **Crítica:** fornece *feedback* que descreve quão bem o agente está se saindo em relação a um padrão de desempenho fixo;
- **Elemento de desempenho:** decide sobre a ação externa que precisa ser tomada;
- **Gerador de problemas:** responsável por sugerir ações que levem a experiências novas e informativas.

## APLICAÇÕES COM AGENTES INTELIGENTES

As principais características dos agentes inteligentes são a adaptação baseada na experiência, solução de problemas em tempo real, análise de erros ou taxas de sucesso e o uso de armazenamento e recuperação de histórico. Agentes inteligentes em IA têm sido aplicados em várias situações no mundo real.

Agentes inteligentes podem ser utilizados para aprimorar o acesso e a navegação de informações. A internet consiste em muitos objetos de dados que podem levar muito tempo para que os usuários encontrem uma informação específica. Agentes inteligentes podem executar essa tarefa em pouco tempo usando motores de busca. Alguns exemplos desses agentes inteligentes conhecidos são as assistentes de IA, como a Alexa da Amazon e a Siri da Apple. Estas assistentes usam sensores para perceber uma solicitação feita pelo usuário, coletar dados automaticamente da internet sem ajuda do usuário e fornecer informações sobre seu ambiente percebido, como clima e tempo.

Além disso, os agentes inteligentes também têm sido utilizados para aumentar a produtividade em empresas em atividades repetitivas. Os agentes inteligentes são usados para aplicações em mineração e análise de dados, atendimento e suporte ao cliente. Também podem ser úteis para os clientes para comparar preços de produtos semelhantes ou notificar quando ocorrer uma atualização nos preços de produtos no site.

Aplicações na área da saúde também fazem uso de agentes inteligentes para diagnósticos. Neste cenário, o paciente é considerado como o ambiente. O agente percebe o ambiente a partir das informações fornecidas sobre os sintomas do paciente. O agente inteligente usa essas informações para decidir o melhor curso de ação. O atendimento médico é feito por meio de atuadores, como exames e tratamentos (MBAABU, 2022).

Os agentes de IA também são usados para aumentar a eficiência no processo de limpeza a vácuo. Nesta aplicação, o ambiente a ser percebido pode ser uma sala, mesa ou carpete. Alguns dos sensores empregados na limpeza a vácuo incluem câmeras, sensores de colisão e sensores de detecção de sujeira. Já a ação é iniciada por atuadores como escovas, rodas e extratores a vácuo (MBAABU, 2022).

Carros autônomos também podem ser considerados agentes inteligentes. Para coletar informações do ambiente esses carros autônomos utilizam vários sensores, tais como câmeras, GPS e radares. Neste cenário, os pedestres, outros veículos, estradas ou sinais de trânsito podem ser vistos como o ambiente. Vários atuadores podem ser usados para iniciar ações, como os freios que são usados para parar o carro.

Como você pode observar, os agentes inteligentes estão possibilitando a automação de determinadas tarefas que podem ser demoradas e difíceis se executadas por pessoas. Com o avanço da tecnologia, a possibilidade de desenvolvimento de agentes inteligentes mais complexos vai se tornando cada vez mais real. Isso se traduzirá ainda mais em dispositivos complexos orientados por IA que resolverão os atuais desafios globais. Diante disso, a tendência é que a procura por profissionais em Inteligência Artificial continue aumentando.

VIDEOAULA

Olá, estudante! Neste vídeo, você verá um pouco sobre as principais características dos agentes inteligentes na IA, definições de agentes racionais e agentes oniscientes. Além disso, você verá quais são os tipos de agentes inteligentes e o que os diferencia. Conhecerá também alguns exemplos de aplicações no mundo real que utilizam agentes inteligentes para automatizar processos.

Videoaula

Para visualizar o objeto, acesse seu material digital.

**🔗 Saiba mais**

O artigo *Inteligência Artificial, Agentes inteligentes e Seguros* aborda um pouco mais o assunto agentes inteligentes, sua relação com a Inteligência Artificial e apresenta alguns exemplos de agentes inteligentes conhecidos. Além disso, discute sobre a IA e seguros. Você pode encontrá-lo [neste link](#). Vale a pena conferir!

Aula 4

TECNOLOGIAS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

*Aplicações com reconhecimento de padrões, como em biometrias, reconhecimento facial e de voz, têm crescido à medida que as técnicas de IA se tornam mais poderosas. Com a IA, a automação robótica de processos ajuda a automatizar operações parcial ou totalmente manuais que são repetitivas e baseadas em regras.*

23 minutos

INTRODUÇÃO

Até aqui você já viu que a Inteligência Artificial tem mudado a forma como vivemos com tecnologias inovadoras. A cada ano tem surgido novas técnicas e ferramentas visando criar tecnologias para auxiliar a humanidade em vários problemas. Aplicações com reconhecimento de padrões, como em biometrias,

reconhecimento facial e de voz, têm crescido à medida que as técnicas de IA se tornam mais poderosas. Com a IA, a automação robótica de processos ajuda a automatizar operações parcial ou totalmente manuais que são repetitivas e baseadas em regras. Os benefícios dessas tecnologias de IA já podem ser observados, não é mesmo?

Diante desse crescimento e variedade de tecnologias, é possível observar a necessidade por profissionais capazes de atuar nas soluções dessas aplicações. Vamos ver mais um pouco sobre esse super assunto?

## RECONHECIMENTO DE PADRÕES NA IA

A Inteligência Artificial está relacionada às aplicações com reconhecimento de padrões. Mas o que seria esse “reconhecimento de padrões”? E que padrões seriam esses? Um padrão pode ser qualquer entidade de interesse que precise ser identificada, sendo relevante o suficiente para que se queira saber sua identidade. Portanto, os padrões incluem tendências repetidas em várias formas de dados (BOESCH, 2022). Logo, podemos dizer que o reconhecimento de padrões é a prática de analisar características das informações de entrada e atribuir uma correspondência mais provável a esses dados. Os seres vivos são bastante habilidosos em reconhecer padrões, sejam eles comportamentais, sonoros, táteis, visuais, olfativos ou lógico-matemáticos.

O reconhecimento de padrões é estudado em diversas áreas, como psicologia, psiquiatria, fluxo de tráfego, ciência da computação, entre outros. A principal ideia do reconhecimento de padrões em IA é que usando aprendizado de máquina e tecnologia cognitiva é possível ajudar a identificar e categorizar dados não estruturados em classificações específicas (SCHMELZER, 2020). Portanto, o reconhecimento de padrões na IA seria a habilidade de uma máquina identificar determinados padrões em dados de entrada e, então, usar esses padrões para tomar decisões ou fazer previsões. Consiste em atribuir um rótulo (ou classe) para uma determinada amostra ou valor de entrada, como determinar se um e-mail é “spam” ou “não spam” (2 classes).

Até então, os melhores em reconhecimento de padrões são os seres humanos, porque para eles identificar padrões acontece quase que de modo automático. Contudo, a quantidade crescente dos dados está impossibilitando que os humanos interpretem esses padrões com rapidez e precisão, aumentando cada vez mais a necessidade de automatizar esse processo. Para reproduzir esse processo por uma máquina, primeiramente, é preciso entender que o reconhecimento de padrões não é simplesmente uma técnica, mas, sim, uma ampla coleção de conhecimentos e técnicas muitas vezes vagamente relacionados (BOESCH, 2022).

Dado um conjunto de dados em que se deseja identificar padrões, para que uma máquina seja capaz de realizar o processo de reconhecimento de padrões é preciso:

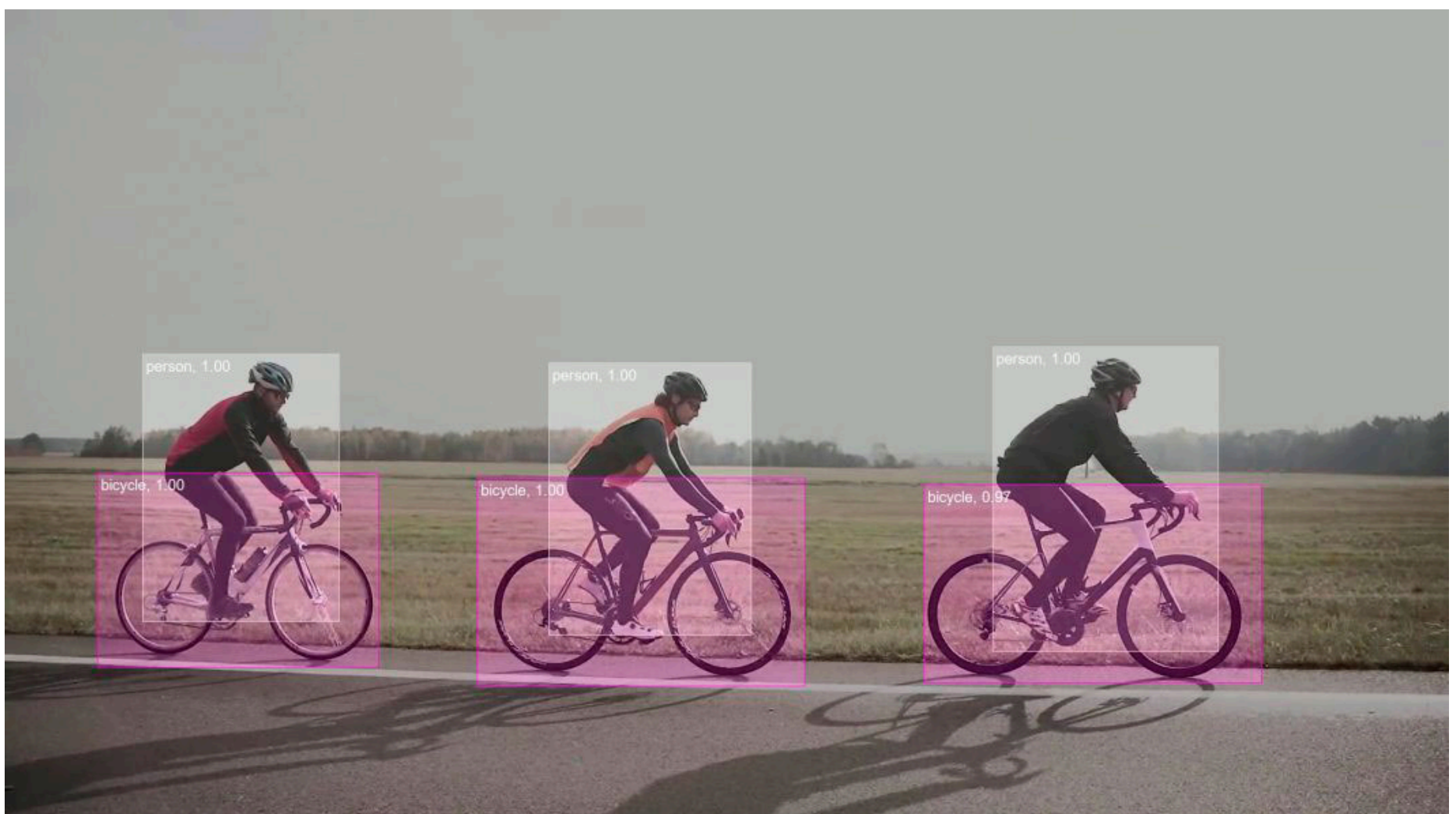
1. Representar os atributos ou características dos dados.
2. Aprender os conceitos das classes ou rótulos desses dados.
3. Armazenar o conhecimento aprendido.
4. Utilizar o conhecimento aprendido para reconhecer padrões em novos dados.



Esses dados não estruturados podem ser imagens, vídeos, textos ou até mesmo dados quantitativos (SCHMELZER, 2020). Com a automatização desse processo se espera que as máquinas sejam capazes de realizar o que nossos cérebros parecem fazer com tanta facilidade: identificar o que estamos percebendo no mundo real ao nosso redor.

Muitos problemas práticos relacionados à ciência da computação precisam de reconhecimento de padrões para encontrar uma solução. A capacidade de automatizar o reconhecimento de padrões e regularidades em dados tem muitas aplicações, desde softwares de reconhecimento facial até detecção de tumores (BOESCH, 2022). A Figura 1 mostra um exemplo do reconhecimento de padrões para identificar objetos em uma imagem.

Figura 1 | Reconhecimento de padrões para resolver a tarefa de detectar objetos



Fonte: Boesch (2022, [s. p.]).

## IA NA AUTOMAÇÃO

O reconhecimento de padrões permite que um sistema de *Machine Learning* seja capaz de essencialmente “olhar” para dados não estruturados e então categorizá-los e dar sentido a esses padrões. As aplicações desses padrões podem ser vistas em uma ampla variedade de sistemas, desde imagens médicas a veículos autônomos, reconhecimento de caligrafia a reconhecimento facial, reconhecimento de voz e fala ou identificação até mesmo das coisas mais detalhadas em vídeos e dados de todos os tipos (SCHMELZER, 2020).

Uma aplicação comum do reconhecimento de padrões é o reconhecimento de imagens. Algoritmos de reconhecimento de imagens visam detectar padrões em imagens visuais para detecção de objetos específicos. Uma tarefa típica desses problemas é a detecção e reconhecimento facial, como observado na Figura 2. A tecnologia de reconhecimento facial permite identificar rostos humanos em imagens ou vídeos, ou determinar se os rostos em duas imagens diferentes pertencem a uma mesma pessoa, ou até mesmo procurar um rosto



específico em um banco de dados grande. Essa tecnologia está cada vez mais abrangente, sendo utilizada para detecção de fraudes, segurança cibernética, aeroportos e controle de fronteiras, serviços bancários e até na área da saúde. Uma das aplicações mais comum é encontrada em *smartphones* que utilizam o reconhecimento facial como senha do dispositivo.

Figura 2 | Exemplo de reconhecimento facial com aprendizado profundo, um aplicativo construído no Viso Suite



Fonte: Boesch (2022, [s. p.]).

Sistemas de reconhecimento de voz e alto-falantes são outros exemplos de aplicações com reconhecimento de padrões. Estes sistemas são capazes de identificar comandos de voz ao converter um áudio em sinais digitais, processo conhecido como conversão analógica-digital, interpretar as informações contidas nesses registros e agir a partir da interpretação feita. Exemplos bem conhecidos que fazem uso dessa tecnologia são as assistentes virtuais, como a Siri da Apple ou a Alexa da Amazon.

Aplicações como essas, com uso de IA, permitem automatizar diversas tarefas, resultando em uma maior eficiência em várias aplicações. Além da automação industrial tradicional e dos robôs avançados, novas gerações de sistemas autônomos mais capazes estão aparecendo em ambientes que vão desde veículos autônomos em estradas até caixas automáticos em supermercados (MANYIKA; SNEADER, 2018). A automação de IA é poderosa porque permite colher os benefícios de processos de negócios da automação, como maior velocidade, eficiência, economia de tempo e capacidade de dimensionamento, com os *insights*, flexibilidade e poder de processamento da tecnologia de IA (SHANI, 2021).

Uma das aplicações do uso de IA na automação que tem ganhado bastante destaque nos últimos anos são os veículos autônomos, tais como embarcações autônomas, veículos aéreos não tripulados e carros autônomos. Veículos autônomos são veículos capazes de detectar seu ambiente e operar sem o envolvimento humano. Nestes veículos não é necessário que um passageiro humano assuma o controle, em alguns não é preciso nem mesmo estar no veículo. Carros autônomos, como os da Tesla, podem ir em qualquer lugar que um carro tradicional iria e devem ser capazes de fazer tudo o que um motorista humano experiente faz. Veículos autônomos contam com sensores, atuadores, algoritmos complexos, sistemas de Inteligência Artificial e processadores poderosos para executar softwares.

A automação e a IA estão transformando os negócios, contribuindo para o crescimento econômico por meio de contribuições para a produtividade (MANYIKA; SNEADER, 2018). Diante disso, você pode observar que o reconhecimento de padrões pode ser usado para automatizar totalmente e resolver problemas analíticos complicados, o que o torna essencial para quem quer aprender Inteligência Artificial.

## **TÉCNICAS E FERRAMENTAS DA IA**

Em pequenas e médias empresas, já é possível observar uma ampla variedade de maneiras pelas quais as organizações estão inovando com IA. Já é possível observar inúmeros exemplos em que a IA já causa impacto no mundo e aumenta as capacidades humanas de maneira significativa, sendo integrada e implantada em vários segmentos de negócio, como finanças, agricultura, alimentação, saúde, educação e meio ambiente. O reconhecimento visual e de sinais de padrões permite que os robôs executem uma variedade de tarefas, como reconhecimento de objetos e alvos, navegação, apreensão e manipulação, auxiliando pessoas com deficiências físicas e automatizando uma variedade de processos.

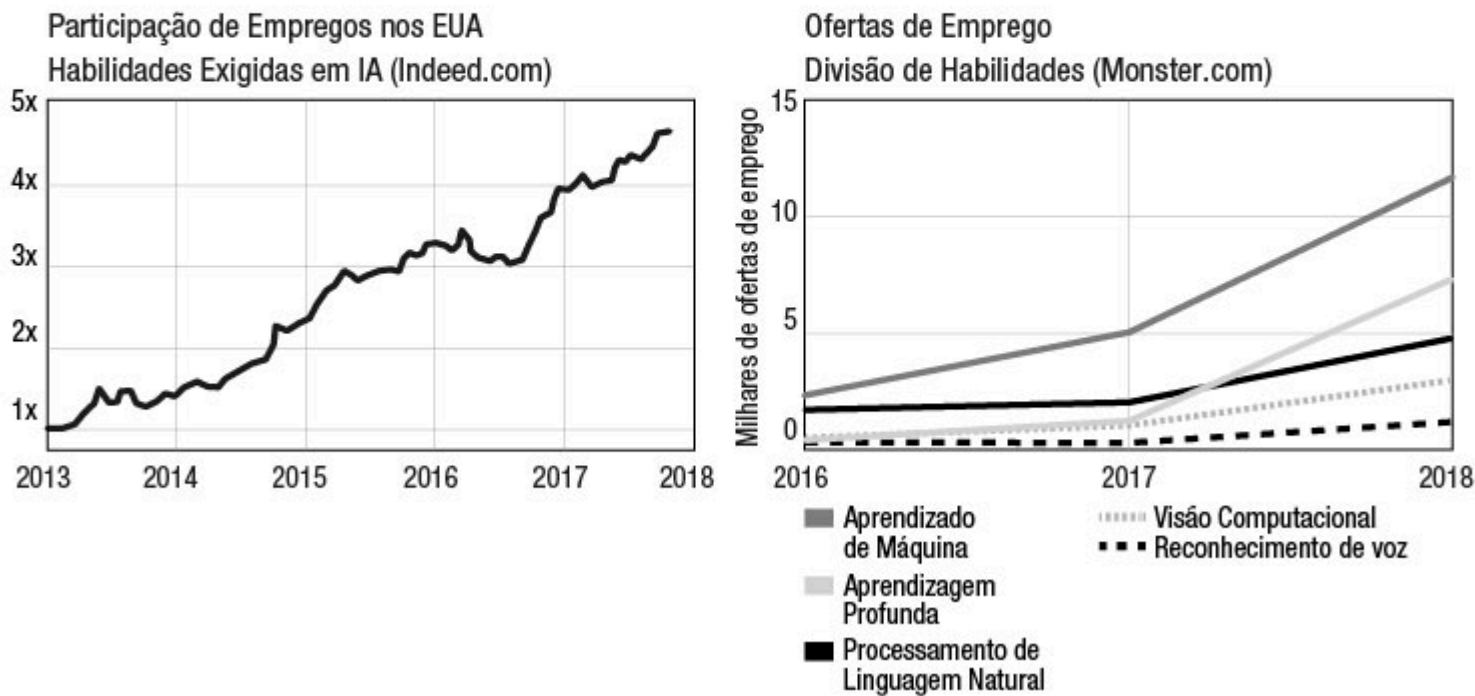
Em uma pesquisa com mais de 2.000 atividades de trabalho em mais de 800 ocupações mostra que cerca de metade das atividades (não empregos) realizadas pelos trabalhadores poderiam ser automatizadas (MANYIKA; SNEADER, 2018). Embora pareça preocupante para os funcionários, com a automação de algumas atividades alguns empregos serão alterados, mas novos empregos surgirão. Além disso, a própria tecnologia tem sido historicamente uma geradora de empregos líquidos. Por exemplo, a introdução do computador pessoal nas décadas de 1970 e 1980 criou milhões de empregos não apenas para fabricantes de semicondutores, mas também para desenvolvedores de software e aplicativos de todos os tipos, representantes de atendimento ao cliente e analistas de informações (MANYIKA; SNEADER, 2018).

Com o aumento de tecnologias de IA, aumenta, conseqüentemente, a procura por profissionais especializados. A Figura 3 mostra o crescimento da demanda por habilidades em IA os EUA. Os empregos que exigem competências relacionadas à IA estão crescendo a um ritmo acelerado, e mesmo assim muitas vagas não estão sendo preenchidas. A escassez de talentos está levando a uma disputa global por cientistas de dados.

Figura 3 | Demanda por habilidades de IA nos EUA

## Crescente Demanda por Habilidades em IA

Os empregos que exigem competências relacionadas à IA estão crescendo a um ritmo acelerado, e muitos não estão sendo preenchidos. A escassez de talentos está levando a uma guerra global por engenheiros de software de IA e cientistas de dados.



Fonte: adaptado de SIEBEL (2021).

Diante da necessidade por profissionais com habilidades em IA, as técnicas e ferramentas de IA estão se tornando cada vez mais acessíveis. Serviços estão sendo fornecidos hoje a um custo cada vez mais baixo pelas grandes empresas de tecnologia, como Microsoft (Azure), Amazon (AWS), IBM (Watson) e Google (CGP). Além da nuvem, outras ferramentas são importantes para o profissional de IA nas seguintes categorias (SIEBEL, 2021):

- **Integração de dados:** disponibilidade de uma imagem unificada e federada de todos os dados contidos na multiplicidade de sistemas de informação corporativos, redes de sensores e dados externos pertinentes;
- **Persistência de dados:** tecnologias de banco de dados, incluindo sistemas relacionais, NoSQL, *key-value stores*, bancos de dados para grafos e *blobs*;
- **Serviços de plataforma:** controle de acesso, criptografia, ETL, filas, gerenciamento de pipeline, autoescalonamento, multilocação de software, autenticação e autorização, cibersegurança, privacidade de dados, etc.;
- **Processamento analítico:** processamento analítico contínuo, MapReduce, processamento em lote, processamento de fluxo e processamento recursivo;
- **Serviços de aprendizagem de máquina:** Notebooks, Python, R, Scala, TensorFlow, Caffe, Torch, etc.;

**Visualização de dados:** Excel, Tableau, Qlik, Oracle BI, Business Objects, Alteryx, etc.

Com as diversas possibilidades que a IA fornece, surge também uma variedade de tecnologias. As técnicas e ferramentas necessárias para que você possa trabalhar com IA irão variar conforme o problema que você deseja solucionar.

## VIDEOAULA

Olá, estudante! Neste vídeo, você conhecerá um pouco mais sobre algumas tecnologias de Inteligência Artificial. Você verá o que é o reconhecimento de padrões e alguns aplicativos que o utiliza. Além disso, você verá como o reconhecimento de padrões e a IA têm influenciado na automação robótica de processos.

Videoaula

Para visualizar o objeto, acesse seu material digital.

### Saiba mais

Se você deseja conhecer mais um pouco sobre tecnologias de IA, a SAS discute sobre cinco tecnologias que estão impulsionando o hype na IA e aborda um pouco sobre cada uma delas. Você pode encontrar tudo isso, [neste link](#). Aproveite a indicação para aprender mais.

## REFERÊNCIAS

*3 minutos*

### Aula 1

LIMA, I., PINHEIRO, C. A. M., SANTOS, F. A. O. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Campus, 2014.

MCCARTHY, J. **What is Artificial Intelligence?** Computer Science Department. Stanford, 2004.

MEDEIROS, L. F. **Inteligência Artificial aplicada**: uma abordagem introdutória. Curitiba: Intersaberes, 263 p., 2018.

OLIVEIRA, R. F. **Inteligência Artificial**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**: uma abordagem moderna. 3.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

TURING, A. M. Computing machinery and intelligence. **Mind**, 59, 1950, p. 433-460.

### Aula 2

DASTIN, J. **Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women**. Reuters, 2018.

Disponível em: <https://reuters/2O0d9fPr>. Acesso em: 3 nov. 2022.

Health Equity. **Racial Bias in Health Care Artificial Intelligence**. NIHCM Foundation, 2021. Disponível em: <https://nihcm.org/publications/artificial-intelligences-racial-bias-in-health-care>. Acesso em: 3 nov. 2022.

HILDT, E. Artificial Intelligence: Does Consciousness Matter?. **Front. Psychol.**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01535>. Acesso em: 2 nov. 2022.

IBM Cloud Education. **What is Artificial Intelligence (AI)?**. IBM Cloud Learn Hub, 2020. Disponível em: <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence#toc-types-of-a-q56lfpGa>. Acesso em: 2 nov. 2022.

KUCZMARSKI, J. **Reducing gender bias in Google Translate**. Google Translate, 2018. Disponível em: <https://blog.google/products/translate/reducing-gender-bias-google-translate/>. Acesso em: 3 nov. 2022.

LEE, N. T.; RESNICK, P.; BARTON, G. **Algorithmic bias detection and mitigation: Best practices and policies to reduce consumer harms**. Brookings Institution, 2019. Disponível em: <https://www.brookings.edu/research/algorithmic-bias-detection-and-mitigation-best-practices-and-policies-to-reduce-consumer-harms/>. Acesso em: 3 nov. 2022.

RAUENZAHN, B.; CHUNG, J.; KAUFMAN, A. **Facing Bias in Facial Recognition Technology**. Penn Program on Regulation, 2021. Disponível em: <https://www.theregreview.org/2021/03/20/saturday-seminar-facing-bias-in-facial-recognition-technology/>. Acesso em: 3 nov. 2022.

SENEOR, A.; MEZZANOTTE, M. Open source data science: How to reduce bias in AI. **World Economic Forum**, 2022. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2022/10/open-source-data-science-bias-more-ethical-ai-technology/>. Acesso em: 3 nov. 2022.

### Aula 3

MBAABU, O. Intelligent Agents in Artificial Intelligence. **Section**, 2020. Disponível em: <https://www.section.io/engineering-education/intelligent-agents-in-ai/>. Acesso em: 10 nov. 2022.

OLIVEIRA, R. F. **Inteligência Artificial**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. Rio de Janeiro: Campus, 2013.

### Aula 4

BOESCH, G. What is Pattern Recognition? A Gentle Introduction (2022). **Deep Learning**, viso.ai, 2022. Disponível em: <https://viso.ai/deep-learning/pattern-recognition/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

MANYIKA, J.; SNEADER, K. **AI, automation, and the future of work**: Ten things to solve for. McKinsey Global Institute, 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for>. Acesso em: 14 nov. 2022.

SCHMELZER, R. Understanding The Recognition Pattern Of AI. Cognitive World, **Forbes**, 2020. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2020/05/09/understanding-the-recognition-pattern-of-ai/>. Acesso em: 13 nov. 2022.

SHANI, O. AI Automation: What You Need to Know. **Marketing Artificial Intelligence Institute**, 2021. Disponível em: <https://www.marketingaiinstitute.com/blog/automation-and-ai-what-you-need-to-know>. Acesso em: 14 nov. 2022.

SIEBEL, T. M. **Transformação digital**: como sobreviver e prosperar em uma era de extinção em massa. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021.

Imagem de capa: [Storyset](#) e [Shutterstock](#).