

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUAS AMBIVALÊNCIAS

UMA ABORDAGEM SOCIAL DOS
BENEFÍCIOS, RISCOS E DESAFIOS DA IA

— : GODO RODOLFO GOEMANN JR.



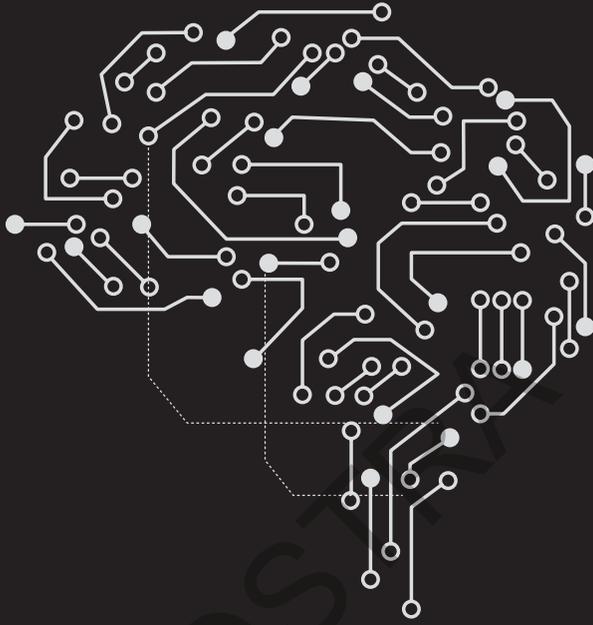
ALTA BOOKS
EDITORA
Rio de Janeiro, 2022

SUMÁRIO

Introdução	1
Capítulo 1: Conquistas e Benefícios da IA	7
1.1. Saúde	13
1.2. Educação	16
1.3. Controle ambiental	20
1.4. Imprensa e Mídia	24
1.5. Direito	27
1.6. Varejo	31
1.7. Descobertas científicas	33
1.8. Investimentos em IA e distribuição nos países	40
Capítulo 2: Fundamentos para uma Análise Abrangente da IA	45
2.1. The AI Index Reports — HAI Human--Centered Artificial Intelligence — Stanford University	47
2.2. AI Now Institute Reports — New York University	69
2.3. Outras fontes de relatórios relevantes	111
2.4. Ações de empresas privadas que pesquisam IA	123
Capítulo 3: Iniciativas de Alguns Governos	127
Capítulo 4: É possível um “Acompanhamento Social” da IA?	153
Capítulo 5: Desmistificando a “Inteligência” da IA	163
Capítulo 6: A Próxima Etapa: Inteligência Artificial Geral (AGI)?	173
Capítulo 7: Desafios da IA no Presente	179
7.1. Privacidade dos dados pessoais, reconhecimento facial, de voz e de emoções	182
7.2. Uma curiosa confiança na IA	191
7.3. IA na cultura chinesa	194

7.4. As grandes empresas de IA, suas multas e sua pegada ecológica	199
7.5. A discussão sobre perda dos empregos para a IA	202
7.6. Rotulação de dados, “turkers”, “cleaners” e outros	221
7.7. Riscos de natureza técnica	226
7.8. Cibersegurança, guerras e IA	230
7.9. IA, robôs, avatares e ACEs	239
7.10. Por que a IA pode nos tornar mais inteligentes e ignorantes ao mesmo tempo?	244
7.11. Desinformação, fake news e a democracia	251
Capítulo 8: Como Superar a Natureza da IA	263
8.1. A questão do alinhamento de valor	265
8.2. Explicabilidade da IA, “caixa-preta”, Counterfactual explanations e outras técnicas	273
8.3. AI for good	285
8.4. Ouvindo narrativas críticas sobre a IA	292
Capítulo 9: A Convergência	299
Capítulo 10: Vivemos uma Ruptura Epistemológica?	315
Conclusões?	327
Sobre o Autor	333
Breve Glossário	335
Anexo 1: O Uso da IA na Educação — Consulta para a União Europeia	337
Anexo 2: Exemplo de Pesquisas — Projetos de IA em Stanford	349
Notas	353
Índice	371

CAPÍTULO 1



CONQUISTAS E BENEFÍCIOS DA IA

Alguns exemplos

As aplicações de IA, como sistemas, apps e outras naturezas de softwares são utilizadas em praticamente todas as áreas da atividade humana. Esse imenso leque abrange desde aplicativos para atividades rurais e ecológicas até a elaboração de arte, como músicas e pinturas, passando por todos os itens mais elementares conhecidos do grande público: apps de smartphones; pesquisas dos sites de “buscadores”, como o Google; tratamento de imagens; geolocalização; recursos das redes sociais; e centenas de outros. Listaremos apenas alguns exemplos dentre *milhares*. Todos estão disponíveis na internet, e parte dos tópicos a seguir é citada literalmente de acordo com suas fontes na web.

- Centenas de aplicações do setor da saúde utilizam IA como auxílio para compreensão dos fatores de risco de inúmeras doenças, na prevenção de cânceres, nas análises e diagnósticos de radiografias, no auxílio em diagnósticos de cegueira e em centenas de outros exemplos, especialmente os que utilizam imagens e arquivos de texto.
- Dispositivos com IA são úteis para substituir a presença humana em locais de difícil acesso, como explorações nas profundezas do oceano ou no espaço.
- No caso de missões de resgate, as tecnologias de IA têm ajudado socorristas a encontrar vítimas de terremotos, inundações e outros desastres naturais. “Normalmente, os especialistas precisam examinar imagens aéreas para determinar onde as pessoas podem ficar presas. Mas isso implica examinar uma enorme quantidade de fotos e imagens de drones, dependendo muito tempo e trabalho. Esse é um problema crítico, pois o tempo é um fator de sucesso para a sobrevivência das vítimas.” Um aplicativo de IA desenvolvido pela *Texas A&M University* permite que programadores escrevam algoritmos básicos para “examinar imagens extensas e encontrar pessoas desaparecidas em menos de duas horas”.¹
- O pesquisador Thibaut Perol, da Universidade de Harvard, utiliza IA para ampliar a sensibilidade dos sismógrafos, os detectores de terremotos, com 17 vezes mais eficiência do que outros métodos.
- A IA tem conduzido o campo de tradução de idiomas a grandes revoluções. Por exemplo, smartphones que possuem determinado aplicativo do Google ou da Apple podem direcionar sua câmera para placas de rua, para cardápios de restaurantes ou para alguma imagem impressa em outro idioma e obter uma tradução de texto instantânea.² No caso do Google, o app é integrado a uma rede neural artificial usada no Google Lens para reconhecer padrões e prever sequências de textos, proporcionando traduções mais rápidas. Além disso, a nova versão conta com mais de 100 idiomas. Erik Chan, referindo-se ao mercado de traduções de idiomas, diz que o relatório *The Language Services Market*

2018, da Common Sense Advisory (CSA),³ aponta que o mercado global de serviços de idiomas continuará a crescer para US\$56 bilhões até 2022. Já o relatório anual Nimdzi100 diz que a indústria de serviços linguísticos mediados por IA atingirá US\$70 bilhões em 2023.

- o Softwares que aprendem as preferências dos seus usuários por meio de experiências obtidas em navegação de sites e lugares visitados, usando recursos de IA. Diariamente, as pessoas recebem mensagens em seus celulares nesse sentido.
- o Tecnologias que permitem o reconhecimento de fotografias disponíveis nas redes sociais, como o Facebook, o Instagram e outras — elas são formas de IA que permitem reconhecer traços da fisionomia das pessoas e, então, os associar com o perfil daqueles indivíduos em cadastros nas redes sociais.
- o A Amazon faz recomendação personalizada de seus produtos utilizando algoritmos de aprendizado de máquina.
- o O Google preenche automaticamente as buscas utilizando recursos de IA, e também prevê o que uma pessoa quer pesquisar com grande precisão.
- o Dispositivos que usam o processamento de voz para executar tarefas, como a Siri, do iPhone, utilizam IA. Para o Android, basta dizer "Ok, Google", e o assistente permite traçar rotas no Google Maps, mostrar fotos armazenadas no celular ou na nuvem, perguntar quais são os compromissos agendados, pedir para tocar músicas etc. Todos esses recursos utilizam IA.
- o Empresas como o Google e o Facebook estão experimentando IA para que seus filtros de pesquisa se tornem mais eficazes, e eliminem automaticamente conteúdos ofensivos e de ódio na internet. Eles seriam retirados do ar antes mesmo de atingirem as pessoas, incluindo, por exemplo, vídeos de propaganda do Estado Islâmico, conteúdos de prostituição, pornografia infantil, e outros. O uso desses filtros também evitará que os conteúdos sejam copiados e disseminados em outras redes sociais. Por outro lado, várias promessas dessas empresas ainda pertencem ao futuro, e, na prática, não foram cumpridas.
- o No tocante ao reconhecimento facial, a IA permite encontrar um rosto em meio à multidão, disponibilizando ferramentas para as agências de combate ao terrorismo. A China utiliza sistemas para esse objetivo em larga escala, tendo disseminado o uso de câmeras na maioria das cidades do país.
- o Tiago Magnus, do site *Transformação Digital*, lembra que a leitura de blogs e artigos na web se tornou uma prática comum, mas dificilmente percebemos que muitos deles são escritos por máquinas com IA. Além disso, embora ainda não possa ser usada para escrever artigos

detalhados, os relatórios simples, que não exigem muita análise, já são preparados pela IA. Empresas como o Yahoo estão usando IA para preparar relatórios simples relacionados a esportes e a eleições, que levariam muito tempo se fossem escritos manualmente. Em vez de jornalistas humanos elaborarem textos de notícias esportivas, em um universo imenso de atividades esportivas ao redor do mundo, a IA os auxilia sugerindo matérias.

- o No mercado financeiro, a IA ajuda a prevenir os movimentos do mercado de ações. Um gigantesco volume de dados é analisado de forma tão veloz, que a capacidade humana dos analistas não conseguiria acompanhá-los.
- o Os departamentos de RH de várias empresas utilizam sistemas de IA para avaliação de candidatos, o que também já acontece no Brasil. A IA faz uma varredura em todas as redes sociais e na nuvem, retornando se o perfil do candidato é “bem indicado”, “mediano” ou “não é indicado”. Por outro lado, imagine a subjetividade dessas conclusões.
- o Em termos de segurança de dados na internet, a IA ajuda a detectar mais de 700 mil novos vírus todos os dias, um fenômeno que cresceu exponencialmente durante a pandemia da Covid-19.
- o Leonardo Dias, da *Semantix*, cita exemplos de aplicações que utilizam a geolocalização de pessoas. Essa é passível de monetização, gerando receitas, mas sem que exista necessariamente a obrigatoriedade da exposição da privacidade do indivíduo. É possível, por exemplo, contabilizar quantas pessoas passaram por um determinado local sem precisar identificá-las, utilizando vídeos ou contadores. Ou seja, existem limites, e isso não significa que as iniciativas serão menos rentáveis. É possível dar lucro sem abrir mão da ética e da privacidade dos clientes utilizando IA.
- o Na mesma linha de aplicações, Leonardo Dias lembra o conceito de análise de informações em tempo real, o *Real Time Analytics*, que cresce no mercado e se apresenta como tendência global para o futuro. A biometria e o reconhecimento facial serão métricas mais qualificadas e que poderão, por vezes, deixar de lado a questão da privacidade em troca da geração de valor. Por uma outra via, em alguns países, empresas pagam aos cidadãos por esses dados.
- o Além disso, longe de apenas executar um reconhecimento facial simples utilizando os traços do rosto, a IA já permite muito corretamente identificar mais de 11 emoções com base em expressões faciais.
- o Algoritmos de recomendação baseados em IA, como o usado pela Netflix, economizam cerca de US\$1 bilhão por ano em publicidade para a empresa. Além disso, 75% daquilo a que os usuários assistem na Netflix vêm de recomendações automáticas.

- o Em setembro de 2020, o Instituto de Pesquisas IDC anunciou que os gastos globais com IA deverão dobrar nos próximos 4 anos. Varejo, bancos e saúde devem estar entre os maiores investidores. As empresas estão cada vez mais sendo atraídas para a promessa de alavancar software inteligente para impulsionar a inovação, melhorar o atendimento ao cliente e automatizar. Os gastos com sistemas de IA devem chegar a mais de US\$110 bilhões em 2024, contra cerca de US\$50 bilhões em 2020.⁴
- o Segundo o *Health IT Analysis*, um programa de *deep learning* do Google tem precisão de 89% na detecção de câncer de mama, contra apenas 73% de um patologista humano.
- o Para dar conta do grave problema mundial da diminuição do número de abelhas, e do crescente risco das consequências, como, por exemplo, a falta de polinização, pesquisadores desenvolveram um drone de abelhas robôs que incorpora IA, GPS e uma câmera de alta resolução para polinizar de maneira semelhante à que as abelhas fazem.
- o Robôs já são capazes de criar idiomas próprios. Em 2017, o Facebook precisou desativar um experimento após dois de seus chatbots terem desenvolvido uma linguagem única para conversar.
- o Como outros exemplos de aplicação, o site *O Futuro das Coisas* informou que a Microsoft e a gigante chinesa Alibaba, utilizando sistemas de IA, desenvolveram modelos de rede neural que conseguiram superar os humanos em testes de leitura e compreensão. A Microsoft conseguiu pontuar em 82.650 na métrica *ExactMatch*, e a Alibaba, em 82.440. A melhor pontuação que um ser humano obteve até então havia sido de 82.304 pontos. Luo Si, cientista-chefe do Alibaba iDST, comentou que é uma grande honra testemunhar o marco em que as máquinas superam os humanos na compreensão da leitura. Isso significa que perguntas simples como “O que causa a chuva?” agora podem ser respondidas pelas máquinas com alta precisão. Essa tecnologia pode ser aplicada em inúmeras atividades, como atendimento ao cliente, tutoriais de museu, respostas online a consultas médicas e outros, diminuindo de uma maneira sem precedentes a dependência humana.

Além dos breves exemplos de aplicações de IA que listamos, existem outros que costumam deslumbrar o público em geral: tratam-se das “obras de arte” produzidas por IA. Na *música*, a IA permite criar composições novas de autores vivos ou falecidos. Uma das ferramentas utilizadas é o *Jukebox*, uma rede neural que “gera música, incluindo canto rudimentar e áudio bruto em uma variedade de gêneros e estilos de artistas. Foram liberados os pesos e o código do modelo, junto com uma ferramenta para explorar as amostras geradas”⁵. Para criar uma base de dados apropriada, foi utilizado 1,2 milhão de músicas de “treinamento” da IA. Até junho de 2020, já haviam sido criadas mais de 8 mil canções.⁶

Em outro exemplo, a IA foi utilizada para completar uma sinfonia inacabada de Beethoven.⁷ Falecido em 1827, Beethoven escreveu apenas algumas notas daquela que seria a sua décima sinfonia. Um projeto de IA da Deutsche Telekom, com sede em Bonn, analisou todas as obras do compositor com algoritmos de tratamento de voz e propôs opções para ampliar a partitura. Os primeiros ensaios foram considerados mecânicos e repetitivos, mas as últimas tentativas foram mais convincentes. “O desenvolvimento, em comparação com os testes anteriores, é impressionante, inclusive se o computador ainda tem muito a aprender”, segundo Christine Siegert, diretora de pesquisa da Casa Beethoven, em Bonn. Já o diretor da Orquestra Beethoven, Dirk Kaftan, diz que “nós, os músicos, estamos divididos sobre essa iniciativa”, aceitando, no entanto, que a IA permite descobrir um novo território. No passado, houve iniciativas similares com obras de outros grandes músicos, como Gustav Mahler, Johann Bach e Franz Schubert, que apresentaram resultados variados.

O Google está testando o projeto Magenta, que tem como objetivo principal auxiliar compositores humanos na criação de canções. Taryn Southern, uma cantora e produtora norte-americana, produziu o primeiro álbum criado inteiramente por um software de IA, o Amper. O programa foi o protagonista da produção das músicas do álbum intitulado “I AM AI” (“Eu sou a Inteligência Artificial”), enquanto Southern deu o toque final em detalhes como duração, tempo e ritmo.⁸ Drew Silverstein, CEO da Amper Music, startup que atende a empresas ao redor do globo criando músicas únicas e customizadas, acredita que muito em breve a IA se tornará uma tecnologia-padrão para a criação de músicas. Ao mesmo tempo, o uso de IA no processo de criação musical gera uma série de questionamentos sobre a forma de fazer música e o papel do artista nessa nova fase. Silverstein diz que o algoritmo pode ser visto como uma ferramenta ou um colaborador do artista, dependendo de como for usado e de quem é o usuário final.⁹

Mas, assim como na música, a IA também pode criar esculturas, desenhos e pinturas. A pesquisadora Dora Kaufman cita um exemplo:¹⁰ Em outubro de 2018, a filial da casa de leilões Christie’s, em Nova York, leiloou uma pintura criada inteiramente por algoritmos de IA, conquistando visibilidade mundial. Tratou-se do “Retrato de Edmond de Belamy”, que interpreta um cavalheiro aristocrático. O valor inicial foi fixado na faixa de US\$9 mil, mas o quadro foi vendido por US\$433 mil. Essa obra pertence a uma série de imagens chamada de *La Famille de Belamy*, criada pelo *Obvious*, um coletivo de artistas e pesquisadores de IA baseado em Paris.

De acordo com Kaufman, Richard Lloyd, da Christie’s, justificou a escolha da obra pela limitada intervenção humana em seu processo criativo: “O *Obvious* tentou limitar a intervenção humana tanto quanto possível, de modo que o trabalho resultante reflete a forma ‘purista’ de criatividade expressa pela máquina.” Por outro lado, segundo a pesquisadora: “Pode parecer inusitada, até meio insólita, a

‘automação’ da arte, associada à abstração e à subjetividade — isso soa como antítese de computador, lógico e objetivo. O fato é que proliferam tipos de arte baseada em algoritmos e sites dedicados a esses artistas, como *The Algorithms*, *Algorithmic Worlds*, *The Art*. Além disso, é importante notar que a aplicação das tecnologias de IA na arte extrapola a criação, sendo usada, por exemplo, no tocante ao reconhecimento da autenticidade de obras de arte. Estamos nos primórdios da IA, e espera-se uma extraordinária evolução nas próximas décadas. Por isso, fica a pergunta: a arte de IA será capaz de nos emocionar como a arte humana?”

Finalmente, com o objetivo de obtermos uma visão geral, listamos a seguir oito exemplos mais específicos de campos de atuação da IA. Seleccionamos apenas alguns setores, uma vez que a lista de aplicações seria praticamente infindável. As citações referenciam os links indicados.

1.1. SAÚDE

O setor de saúde, em geral, constitui uma das áreas em que a IA consegue apresentar resultados mais visíveis e abrangentes. Isso se deve ao fato de que esse setor, em alguns países, possui imensas bases de dados, que são a matéria-prima para o sucesso das aplicações de IA. Existem bases com milhões de fotografias, exames das mais variadas naturezas, prontuários, cadastros personalizados de forma detalhada etc. Como consequência, a área da saúde apresenta milhares de aplicações de IA em vários países, sejam elas produzidas por startups, hospitais, acadêmicos, outros pesquisadores ou equipes multidisciplinares de profissionais. Além disso, trata-se de um setor historicamente caracterizado pela pesquisa e pela existência de recursos técnicos e financeiros.

Como exemplo, um sistema de IA nos Estados Unidos conseguiu prever com exatidão a probabilidade de um paciente falecer analisando apenas resultados de exames cardiovasculares.¹¹ Os experimentos foram conduzidos na Geisinger, uma empresa de saúde da Pensilvânia. O sistema analisou resultados de 1,77 milhão de eletrocardiogramas (ECG) de 400 mil pacientes. Segundo Brandon Fornwalt: “Os resultados sugerem que o modelo está vendo coisas que nós, humanos, não conseguimos ver, ou que ignoramos e achamos que é normal. A IA pode nos ensinar coisas que interpretamos de forma errada há décadas.” Os pesquisadores ainda procuram entender exatamente como a IA está detectando irregularidades que os médicos não conseguem enxergar. A pesquisa foi apresentada no *American Heart Association’s Scientific Sessions*, de 2019, em Dallas.

Em outra frente de atuação, o desenvolvimento de um novo medicamento custa às empresas, em média, US\$2,6 bilhões.¹² Isso porque nove em cada dez drogas promissoras “falham ao longo do seu desenvolvimento, e, mesmo quando obtêm

sucesso, o processo até a aprovação regulatória costuma levar uma década ou mais. Diante de riscos tão altos, empresas do ramo farmacêutico investem em parcerias com IA. É o caso do *AI Innovation LAB*, fruto de uma parceria entre a Microsoft e o grupo farmacêutico suíço Novartis. O laboratório pretende reduzir o tempo para produção de novos medicamentos com o uso de redes neurais para gerar, rastrear e selecionar automaticamente moléculas promissoras. Além disso, ele explorará outras maneiras de uso para a IA, de modo a desenvolver novas terapias genéticas e celulares”.

De modo geral, a saúde e a medicina como um todo são os campos com o maior número de aplicações reais de IA em execução no planeta. Para comprovar essa afirmação em um único local de pesquisa, por exemplo, basta abrir o link www.newscientist.com e pesquisar no campo *search* o termo “AI Health”. O site retornará centenas de artigos e pesquisas envolvendo o uso da IA na saúde, tais como *AI can diagnose childhood illnesses better than doctors*, *AI can identify rare genetic disorders by the shape of someone’s face*, *An AI can now tell how malnourished a child is just from a photo*, *DeepMind’s AI can spot eye disease just as well as top doctors* etc.

A IA também está auxiliando pessoas com deficiência visual.¹³ O aplicativo *Seeing AI*, da Microsoft, “narra” a realidade para seus usuários, transformando em texto falado aquilo que está em frente à câmera do celular. Para isso, ele utiliza um sistema de IA combinado com visão computacional e redes neurais para reconhecer elementos do mundo real, como objetos, cores, textos e expressões faciais. O aplicativo também reconhece notas de dólar e lê códigos de barra de produtos, descrevendo-os para os usuários. Por enquanto, o *Seeing AI* está disponível apenas em inglês para usuários de iPhone que moram nos Estados Unidos. Em breve, deverá ser disponibilizado em outras línguas e países.

O estudo *Inteligência Artificial no Setor Público*¹⁴ analisou a implementação de IA nos setores públicos de 12 países europeus, como Espanha, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Itália, Noruega, Suécia e Portugal. A pesquisa contou com a participação de mais de 200 entidades: “Orientadas para as áreas da administração pública, transportes públicos e saúde, as conclusões revelaram que, dentre essas três áreas, a da saúde é aquela com a maior taxa de adoção de IA, com 71% dos participantes respondendo que já implementaram uma ou mais aplicações de IA.”

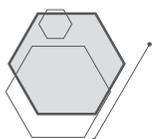
Como um exemplo de pesquisas na área da saúde, em setembro de 2020, foi anunciado que a *Recursion Pharmaceuticals Inc.*, uma startup de descoberta de medicamentos digitais, formou uma parceria com a alemã Bayer AG que captou mais de US\$1 bilhão.¹⁵ A parceria da Recursion com a Bayer busca descobrir tratamentos para doenças fibróticas ou distúrbios marcados pelo acúmulo de tecido cicatrizado e danificado. “Por meio da colaboração, a parceria poderá iniciar mais de dez programas de medicamentos para fibrose. ‘Acreditamos que esse seja o futuro da

descoberta de medicamentos’, disse Jürgen Eckhardt, da Leaps by Bayer, que busca investir em novas tecnologias que interessem aos grupos farmacêuticos ou agrícolas da Bayer.” A Recursion afirma que sua abordagem digital “permite pesquisas em grande escala, que seriam difíceis ou impossíveis apenas por meio de táticas convencionais. A empresa, por exemplo, está usando a robótica e a ferramenta de edição de genes Crispr para estudar os 21 mil genes do genoma humano, um esforço que pode levar à descoberta de novos alvos de drogas, de acordo com o CEO, Dr. Chris Gibson”. Por fim, os cientistas da Recursion e da Bayer criarão “modelos de doenças físicas, ou células que representam doenças específicas, como fibrose pulmonar ou renal. Em seguida, as empresas examinarão centenas de milhares de compostos em relação a esses modelos para ver quais células doentes retornam ao estado saudável. Os projetos também incluem tratamentos potenciais para as doenças genéticas raras, malformação cavernosa cerebral e neurofibromatose tipo 2”. Além da Recursion, outra empresa que utiliza IA para a descoberta de medicamentos é a Atomwise Inc. Ela divulgou uma rodada de investimentos de US\$123 milhões em agosto de 2020, liderada pelo B Capital Group e pela Sanabil Investments.

Segundo o médico brasileiro Ademar Paes Junior,¹⁶ os investimentos em IA na saúde estão prestes a passar de US\$600 milhões em 2014 para US\$6,6 bilhões em 2021. O dado é do relatório da *Accenture Interactive*, considerada a maior agência digital do mundo. Esse mesmo relatório prevê que a IA pode ser responsável por uma economia de US\$150 bilhões até 2026, somente na saúde norte-americana. No Brasil, em 2019, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alta Tecnologia de Produtos para Saúde (Abimed), a adoção de tecnologias como IA deve crescer entre 5% e 7%. Além disso, estima-se que a aplicação de recursos chegue a US\$40 bilhões para robôs para cirurgias assistidas, US\$18 bilhões para assistentes administrativos, US\$16 bilhões para redução de erros em dosagem de medicamentos, e mais de US\$5 bilhões para diagnósticos preliminares e automatizados, pelo menos até o ano de 2026.¹⁷

Por fim, o desenvolvimento de aplicativos de IA foi grandemente impulsionado durante o ano de 2020, devido às necessidades da pandemia da Covid-19. Um relatório do Gartner¹⁸ aponta que, em meados de 2020, na maioria das cidades da China, “os cidadãos e visitantes devem fazer o download do Código de Saúde — um aplicativo que indica o status da Covid-19 — para acessar muitos espaços e serviços públicos e privados. Uma tela verde significa que a pessoa está livre para viajar; a amarela indica quarentena necessária; e a vermelha, infecção confirmada. Na Índia, o aplicativo Aarogya Setu indica quais viajantes estão ‘seguros’ para fazer viagens aéreas e ferroviárias. Os Emirados Árabes Unidos lançaram o ALHOSN UAE, que indica pela cor se uma pessoa está bem, infectada ou se precisa ser colocada em quarentena, mas permitindo a opção de ‘não foi testado’. O aplicativo ALHOSN está sendo usado igualmente para conceder acesso a viagens aéreas”.

O Google também se comprometeu com o combate à Covid-19. A organização doou direta e indiretamente quase US\$100 milhões, incluindo incentivo a soluções de IA para a área de saúde. As ações completas podem ser consultadas no link referenciado.¹⁹ Quando a pandemia da Covid-19 atingiu mais pessoas, o Google.org comprometeu US\$50 milhões em subsídios focados nas áreas em que recursos e pessoas podem ter um maior impacto: “Saúde e ciência, ajuda econômica e recuperação, e ensino a distância. Também foram comprometidos outros US\$50 milhões, elevando a contribuição total para US\$100 milhões.” Além disso, os bolsistas do Google.org receberam um total de 50 mil horas para projetos específicos da Covid-19.



NOTA DO AUTOR: As notícias e os artigos apresentados neste capítulo são breves exemplos sobre o tema. Seu objetivo é apenas indicar uma tendência nesse campo da IA. O leitor pode buscar mais informações em outras fontes também fidedignas na internet.

1.2. EDUCAÇÃO

Essa é uma área na qual a IA pode causar revoluções. A China está apostando em uma IA chamada Squirrel para ensinar seus alunos em algumas escolas.²⁰ A tecnologia funciona como um tutor particular e focaliza áreas nas quais o aluno apresenta dificuldades. O *MIT Technology Review* publicou uma reportagem que mostra como Zhou Yi, um estudante chinês, foi capaz de, em 2 anos, passar de um resultado de 50% de acertos nos testes para 85%. Uma das vantagens da IA é a oferta de um ensino detalhado e individual. Enquanto professores não conseguem dar uma atenção especial para cada aluno, a tecnologia trabalha visando às necessidades personalizadas de cada estudante. “Além disso, o Squirrel pode subdividir o assunto nas menores peças conceituais possíveis. A matemática do Ensino Médio, por exemplo, é dividida em mais de 10 mil elementos atômicos, ou ‘pontos de conhecimento’ — como números racionais, propriedades de um triângulo e teorema de Pitágoras. O objetivo é diagnosticar as lacunas de compreensão de um aluno da maneira mais precisa possível. Em comparação, um livro didático pode dividir o mesmo assunto em 3 mil pontos.” Já o ALEKS, uma plataforma adaptativa de aprendizado desenvolvida pela McGraw-Hill, sediada nos Estados Unidos, que inspirou o Squirrel, divide o assunto em cerca de mil pontos. Derek Li, fundador do Squirrel, diz que o projeto evoluiu na China devido ao incentivo financeiro do governo e da competitividade na educação. Se o sucesso for comprovado, este poderá ser o futuro do ensino: “Em 3 horas, entendemos melhor os alunos do que em 3 anos com os melhores professores”, afirma Li.

Existem milhares de exemplos de uso de IA para a educação em inúmeros países, de modo que listamos apenas alguns casos. Em 2020, o isolamento social e o fechamento de colégios e universidades devido à pandemia da Covid-19 também impulsionaram o ensino a distância (EAD) e muitos aplicativos que utilizam IA.

Via de regra, a IA pode automatizar atividades básicas na educação, como corrigir provas e dar notas, adaptar o software educacional às necessidades individuais de cada aluno, fornecer suporte adicional de tutores de conteúdos aos alunos, e dar feedback contínuo e em tempo real a educadores. Alyssa Johnson indica cinco maneiras pelas quais a IA atua de modo mais efetivo:²¹

- o **Simplificando tarefas administrativas:** a IA pode automatizar a expedição de tarefas administrativas para professores e instituições acadêmicas. Os educadores gastam muito tempo corrigindo exames, avaliando os deveres de casa e fornecendo respostas aos alunos. A tecnologia pode ser usada para automatizar as tarefas de classificação e os testes. Isso significa que os professores terão mais tempo para os alunos, em vez de passar longas horas os avaliando.
- o **Conteúdo inteligente:** algoritmos produzem conteúdo digital de qualidade semelhante ao que diferentes serviços de redação podem criar. O conteúdo inteligente inclui conteúdo virtual, como videoconferências e palestras em vídeo. Os sistemas de IA também estão usando programas tradicionais a fim de criar livros personalizados para determinados assuntos. Como resultado, os livros didáticos estão sendo digitalizados, e novas interfaces de aprendizagem estão sendo criadas para ajudar os alunos de todas as séries e idades acadêmicas. Um exemplo de tais mecanismos é o Cram101, que usa IA para tornar o conteúdo dos livros mais compreensível, com resumos dos capítulos, *flashcards* e testes práticos. Outra interface bastante útil de IA é o Netex Learning, que permite aos professores criarem currículos eletrônicos e informações educativas em uma miríade de dispositivos. O Netex inclui programas de assistência online, áudios e vídeos ilustrativos (www.netexlearning.com).
- o **Aprendizagem personalizada:** todos conhecem as recomendações personalizadas de filmes da Netflix. A mesma tecnologia está sendo utilizada na forma como os alunos são ensinados nas escolas. O currículo é projetado para atender ao maior número possível de alunos. Quando a IA é introduzida, os professores não são substituídos, mas podem ter um desempenho melhor, oferecendo recomendações personalizadas a cada aluno. A IA personaliza as tarefas em sala de aula, bem como os exames finais, garantindo que os alunos recebam a melhor assistência possível. Uma pesquisa indica que o feedback instantâneo é uma das

chaves para uma tutoria bem-sucedida. Por meio de aplicativos com tecnologia de IA, os alunos obtêm respostas direcionadas e personalizadas de seus professores.

- o **Aprendizagem global:** a educação não deveria ter limites regionais ou de renda das comunidades. A IA pode ajudar. A tecnologia traz transições drásticas ao facilitar o aprendizado de qualquer curso em qualquer lugar do mundo e a qualquer momento. Com mais inovações, haverá uma variedade cada vez maior de cursos disponíveis online, e, com ajuda da IA, os alunos podem aprender onde quer que estejam.
- o **Novas eficiências:** A IA melhora processos de tecnologias e cria novas eficiências. Por exemplo, os planejadores da cidade podem usá-la para minimizar os congestionamentos e melhorar a segurança dos pedestres. Da mesma forma, as escolas podem determinar os métodos apropriados para evitar que os alunos se percam na multidão quando correm nos corredores. A IA também pode ser usada na modelagem de dados complexos para permitir que o departamento de operações crie previsões baseadas em dados. Isso, por sua vez, permite um planejamento adequado para o futuro, por exemplo, reservando assentos durante as funções escolares ou pedindo comida nos refeitórios locais. As escolas podem evitar muitos desperdícios causados por pedidos em excesso, diminuindo custos. Por meio de novas eficiências, a IA na educação pode ajudar a se pagar. Um estudo publicado pela *eSchool News* indica que até 2021 a aplicação da IA em educação e aprendizagem será aumentada em 47,5%. O impacto dessa tecnologia será sentido desde os níveis de ensino mais baixos até as instituições de ensino superior. Isso criará técnicas de aprendizagem adaptativas com ferramentas personalizadas para melhorar as experiências de aprendizagem.

Sameer Maskey, CEO da *Fusemachines*, escrevendo para a *Forbes*, em junho de 2020, em plena pandemia da Covid-19, diz que existem muitos fatores sociais e econômicos que condicionam os ambientes de aprendizagem. Embora haja ótimos professores em algumas escolas, muitas carecem de recursos básicos, como livros didáticos e acesso à internet:²² “Quando essas limitações são combinadas com uma relação desequilibrada aluno-professor, pequenas fissuras podem se transformar em grandes lacunas. Equipar educadores com tecnologia alimentada por IA ajuda a aliviar alguns desses desafios. Por exemplo, o uso de sistemas de IA que atuam como tutores pessoais ajuda no problema da relação aluno-professor, fornecendo feedback e suporte. A introdução de ferramentas de apoio ajuda a eliminar as discrepâncias socioeconômicas nas escolas, mudando a maneira como os alunos percebem a si mesmos, a seus colegas e a sua experiência geral de aprendizagem.” Maskey aprofunda o tema lembrando que:

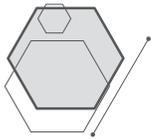


A análise de aprendizagem com base em IA também pode ser essencial. Os dados dos alunos podem ser usados para alimentar modelos que identificam as tendências de aprendizagem. Eu mesmo, sendo um professor que já ensinou diversos grupos de alunos, percebo que muitos têm dificuldade em identificar exatamente quais são as suas necessidades. Assim, é difícil comunicar que direção um aluno deve tomar para melhorar seu aprendizado, a menos que o problema seja identificado. Podemos usar o poder dos dados e das análises para tomar decisões que beneficiem os alunos e resolvam alguns de seus problemas de aprendizagem. Os modelos de aprendizado de máquina nos ajudam a derivar soluções para problemas em escala e tomar medidas preventivas contra eles. Por exemplo, se um estudante de história da arte está lutando com um determinado tópico, um mecanismo de IA pode recomendar materiais que beneficiaram os alunos de história da arte anteriores.



As plataformas de aprendizagem podem ser acessadas em qualquer dispositivo que se conecte à internet, em qualquer lugar e a qualquer hora, ampliando o número de alunos que podem acessar as ferramentas de aprendizagem de que precisam. Isso permite que aqueles que podem não ter acesso a uma sala de aula física ou a recursos como livros didáticos possam acessá-los remotamente. A UNESCO observou que a IA “fornece às pessoas e comunidades marginalizadas, pessoas com deficiência, refugiados, aqueles que estão fora das escolas e aqueles que vivem em comunidades isoladas, acesso a oportunidades de aprendizagem apropriadas”. Mesmo comunidades com recursos limitados podem usar a IA para mapear a trajetória de um aluno, identificar pontos fortes e fracos e apresentá-los a assuntos, de outra forma, difíceis de entender.

Se o leitor desejar uma abordagem mais aprofundada e também crítica sobre as possibilidades da IA no campo da educação, remetemos ao ANEXO 1 — O uso da Inteligência Artificial na educação. O artigo trata de uma análise realizada na Europa para o *European Parliament’s Committee on Culture and Education (CULT)*. Como estamos nas páginas iniciais do nosso estudo, talvez fosse menos “desgastante” ler esse artigo apenas ao final do livro. O uso de aplicações de IA no campo da educação pode se apresentar de maneira muito otimista, mas também bastante delicada, tendo em vista inúmeras considerações de natureza pedagógica.



NOTA DO AUTOR: As notícias e os artigos apresentados neste capítulo são breves exemplos sobre o tema. Seu objetivo é apenas indicar uma tendência nesse campo da IA. O leitor pode buscar mais informações em outras fontes também fidedignas na internet.

1.3. CONTROLE AMBIENTAL

Assim como no campo da saúde, também a área de controle ambiental é uma das mais propensas à ampla utilização de sistemas de IA, o que efetivamente já está em curso em dezenas de países, incluindo o Brasil. De forma análoga ao setor da saúde, trata-se do mapeamento e do processamento de informações que sempre estão disponíveis, embora, nesse caso, sejam de grande complexidade de coleta.

As mudanças climáticas são o maior desafio que o planeta enfrenta. Todas as soluções possíveis são bem-vindas, incluindo o uso de tecnologias como a IA. Em 2019, alguns dos maiores pesquisadores de IA publicaram um artigo chamado *Tackling Climate Change with Machine Learning*.²³ O artigo foi uma “chamada às armas” para reunir pesquisadores, disse David Rolnick, da Universidade da Pensilvânia, um dos autores. O documento aborda 13 áreas “em que a IA pode ser implantada, incluindo produção de energia, redução de CO₂, educação, geoengenharia solar e finanças. Dentro desses campos, as possibilidades incluem edifícios com maior eficiência energética, criação de novos materiais de baixo carbono, monitoramento do desmatamento e transporte mais verde”.²⁴

A articulista Helena Williams diz que, via de regra, a IA tem uma boa reputação por entregar valor aos setores financeiro e de saúde, mas lembra que ela também tem a capacidade de salvar nosso planeta de nós mesmos e do aquecimento global!²⁵



Podemos depender de IA para monitorar os níveis de CO₂, calcular nossas pegadas de carbono em tempo real, prever desastres naturais, prevenir incêndios florestais e monitorar a vida selvagem. Por exemplo, usando IA e dados da NASA, os pesquisadores são capazes de identificar padrões e monitorar mudanças nas superfícies terrestres, como a diminuição da área do mar e da superfície das calotas polares. Como outro exemplo, a *Ocean Data Alliance* é uma organização que usa IA e imagens de satélite para rastrear o branqueamento de corais, a mineração nos oceanos e a poluição da água para manter os oceanos limpos. O grupo ambientalista *Chesapeake Conservancy* desenvolveu uma ferramenta para prever, planejar e se preparar para inundações futuras. A IA está melhorando a

agricultura ao coletar dados e imagens com o conhecimento de doenças nas plantações. Os agricultores podem aumentar a produtividade das plantações e reduzir as necessidades de água e o uso de pesticidas. No futuro, os métodos de IA podem criar um *painel digital para o planeta*, permitindo monitorar, modelar, prever e gerenciar sistemas ambientais em escala global, como desmatamentos, níveis de CO₂, níveis do mar, movimento da vida selvagem, atividades ilegais, poluição e muitos outros.

Além do amplo uso da IA para controle ambiental nos EUA, como outro exemplo, a Alemanha investiu 27 milhões de euros em 2019 para uma iniciativa intitulada *Faróis de IA para o meio ambiente, clima, natureza e recursos*.²⁶ Foram envolvidos projetos que utilizam IA para fazer face aos desafios ambientais, como melhorar a qualidade do ar e da água, impedir a perda de espécies animais, rastrear caçadores ilegais e cultivar cereais de maneira mais sustentável e eficiente. Além disso, pesquisadores alemães estão desenvolvendo uma “estação meteorológica para a biodiversidade” com suporte de IA para fornecer melhor proteção para insetos e pássaros. Eles demonstram que o mesmo pode ser feito no caso de fazendas marítimas:



Até agora, vermes, mexilhões, estrelas do mar, caranguejos e outros macroinvertebrados que vivem no fundo do mar são examinados no microscópio para determinar a saúde dos ecossistemas. No entanto, isso é muito caro e demorado. Pesquisadores da Universidade de Kaiserslautern estão trabalhando com colegas da Escócia e da Suíça em uma alternativa digital. Sua aspiração é usar IA para estudar micro-organismos. Eles reagem com muita rapidez e sensibilidade às mudanças em seu ambiente e, portanto, são perfeitamente adequados para uso como bioindicadores. A ideia é que a IA possibilite explorar o potencial dos micróbios como bioindicadores, permitindo, assim, determinar de forma mais rápida, econômica e frequente o quão saudável é realmente o ecossistema de uma fazenda de criação de salmões, por exemplo.

Ainda na Alemanha, a IA também pode ajudar a reduzir o desperdício de alimentos. Apenas nesse país, 11 milhões de toneladas de alimentos são desperdiçadas todos os anos antes mesmo de deixarem o processo de produção: “Várias universidades, institutos de pesquisa e fabricantes de alimentos uniram forças para enfrentar o problema por meio de um projeto de pesquisa que explorará o potencial da IA para otimizar a previsibilidade e a controlabilidade da criação de valor na indústria de alimentos nos próximos três anos. O objetivo é construir um ecossistema de IA que use meios digitais para reunir todos os participantes da produção de alimentos e reduzir o desperdício de alimentos no futuro.”